ISSN 1017-0863

技術服務季刊

行政院農業委員會農業試驗所

134

青蔥炭疽捲葉病之介紹
菇類作為植物肉原料之可行性
生鮮水果碳足跡產品類別規則建置經驗
給您活力滿滿每一天～全豆天貝與植物雞精
香菇對抗氣候變遷之利器 ~ 水簾立體化栽培技術

第34卷第2期
2023年6月

Technical Service Quarterly Bulletin
Taiwan Agricultural Research Institute

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan
Technical Service Quarterly Bulletin. (Tech. Serv. Q. Bull. TARI.)
第34卷第2期
中華民國112年6月出版

封面說明：由於氣候變遷導致極端氣候事件屢屢發生，嚴重影響香菇產量與品質，本所研究利用水簾設施改進香菇栽培技術，並與台中市新社區青農劉啟葦共同合作，由本所提供相關技術協助，於111年底完成台灣第一座「香菇強固型水簾溫室」，詳情請見本期第41頁。

◎圖/文 植病組呂昀陞

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：林學詩
總 編 輯：陳淑佩、呂椿棠
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號 (04) 22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓 (02) 25180207 (代表號)
■國家網路書店：https：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號 (04) 22932036
定　　價：NT 50 元

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　　NT$50

目錄

植物病理

■青蔥炭疽捲葉病之介紹
黃晉興 袁琴雅 1
■菇類作為植物肉原料之可行性
余祥萱 呂昀陞 5

農業經濟

■生鮮水果碳足跡產品類別規則建置經驗
江秀娥 方尚仁 10

農業推廣

■「設施蔬果栽培產業人才培育訓練計畫」回顧與成效
蔡瑋如 吳錫家 15

農業工程

■以太陽能為例淺談分散式發電與儲能系統於電動農機具之應用
曾祥恩 蘇文瑞 楊智凱 20

試驗設計

■使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 (三)裂區設計
楊滿霞 25

官能品評

■適合農產品感官品評的「自由選擇剖面分析法」
劉威廷 李雅琳 30

新聞訊息

■帶小米回部落-傳統品系田間觀摩推廣行動
黃群哲 陳 逑 35
■給您活力滿滿每一天～全豆天貝與植物雞精
劉威廷 夏奇鈮 吳宗諺 劉滄棽 37
■作物害蟲天敵－基徵草蛉量產技術大躍進
許北辰 石憲宗 39
■香菇對抗氣候變遷之利器-水簾立體化栽培技術
呂昀陞 蔡志濃 41

青蔥炭疽捲葉病之介紹

農試所植病組 黃晉與 袁琴雅

一、前言

目前台灣栽培的青蔥 (*Allium fistulosum* L.) 品種有 '四季蔥' 和 '北蔥' 二大種類。'四季蔥' 類的品種栽培面積與產量最多，主要以前期的青蔥植叢經由分苗後再以單苗或數苗直接插入畦土中種植，優點是全年可栽培、食用品質佳、產量高，缺點是夏秋季的連續降雨後易大幅減產； '北蔥' 栽培較少，主要以種子育苗移植方式種植，優點是耐高溫與耐雨水，缺點是食用品質較低、產量低及冬季易開花。

農業年報的資料顯示110年全台灣青蔥的種植面積4,460公頃，年產量102,995公噸，年產值6,385,682千元，主要產地是在彰化縣與雲林縣，合計約佔76%，其次宜蘭縣約佔10%，其他各縣市則有零星栽培。在彰化縣與雲林縣栽培的青蔥以矮畦淺植為主，蔥白較短但產量高，批發市場的產品名稱為「粉蔥」；宜蘭縣的青蔥以高畦深植為主，蔥白明顯較長但產量較低，不過品質佳而售價較高，批發市場的產品名稱為「日蔥」，以「三星蔥」最具盛名。無論是「粉蔥」或「日蔥」皆同屬於 '四季蔥' 類，品種可互相流通，只是栽培的方式與環境不同而已。

二、彰雲地區的青蔥炭疽捲葉病在2022年夏秋季大爆發

2022年6月在台灣中部的青蔥栽培區開始零星出現一種病害，病徵由輕微到嚴重分別為：葉部斑點、葉片黃化枯萎、新葉捲曲、莖部腐敗、植株死亡（圖一），且 '四季蔥' 發病率遠高於 '北蔥' 。在2022年7-9月此病害嚴重發生，估計有500公頃以上的青蔥田出現此病害，造成近百公頃廢耕，損失超過1億元新台幣。

筆者赴台中市大甲區、彰化縣、雲林縣的十餘處青蔥栽培田取回罹病植株，由葉部及莖基部罹病組織皆能分離獲得炭疽病菌，初步根據炭疽病分生孢子形態粗略區分為兩大類，一類孢子為短桿狀，稱之為co-1（圖二），佔分離率為80%，分離自莖基部與葉部；另一類孢子為月彎形，稱之為co-2 （圖三），佔分離率為20%，僅分離自葉部。此外，當時宜蘭縣的青蔥未傳出此種病害，筆者當年9月亦赴宜蘭縣三星鄉

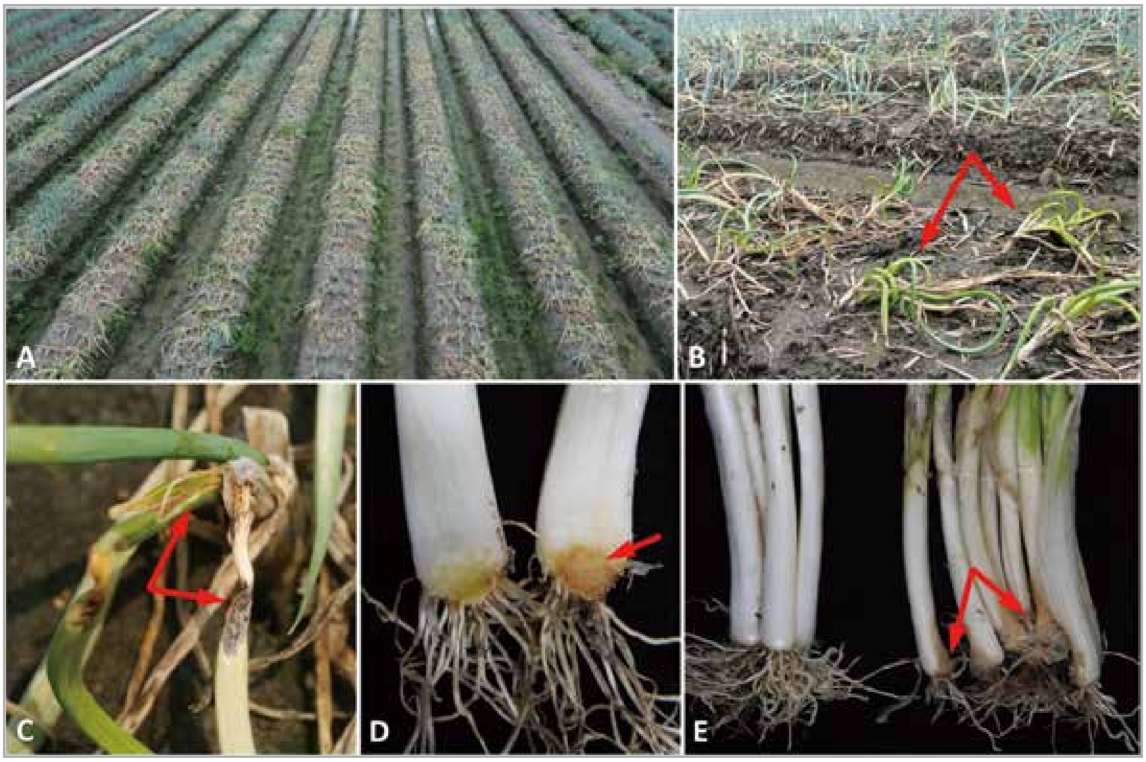
作　　者：黃晉與副研究員
連絡電話：04-23317509

5處農田取樣葉片有炭疽病斑的青蔥樣本，分離葉部及莖基部罹病組織，結果以co-2佔多數。這些菌株以多段基因核酸序列比對分析，青蔥的炭疽病菌可區分為6種，其中co-1可區分為3種，而co-2可區分為另外3種；進一步再由培養分生孢子進行人工接種，所有6種菌皆能造成葉斑的病徵，且對溫度的喜好不同，但其中只有1種（暫稱Cs）才會造成嚴重的莖部腐敗、新葉捲曲以及植株死亡的病徵，故稱之為「青蔥炭疽捲葉病」（圖二），與只能造成葉斑與葉枯的「青蔥炭疽病」有所區別（圖三）。

此外，2022年11-12月在彰雲地區的洋蔥亦發生類似的嚴重病害，經分離、鑑定病原菌，以及人工接種完成柯霍氏法則，初步證明洋蔥炭疽病的病原菌與青蔥炭疽捲葉病相同。

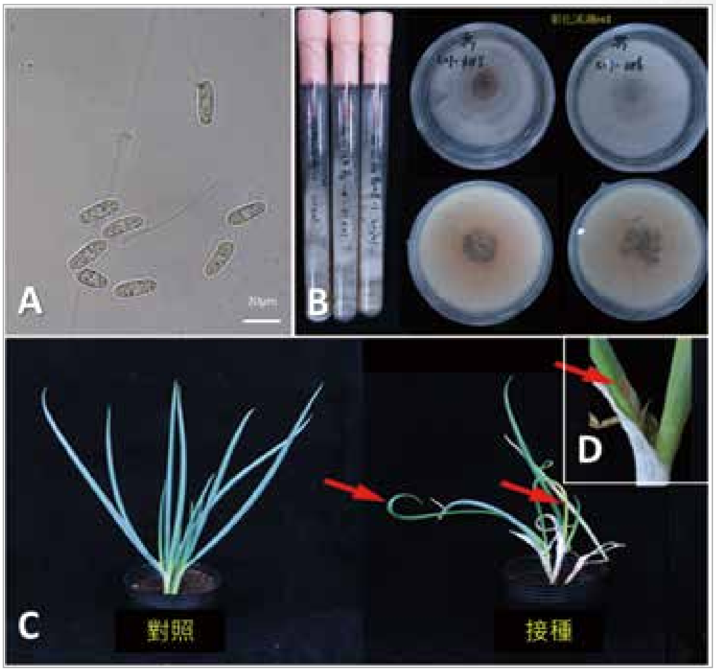
三、青蔥炭疽捲葉病爆發的可能原因

經查驗國內外文獻，此病害未曾在青蔥發生，但根據國外的報告，此病害在洋蔥已發生多年，主要發生於熱帶地區（如菲律賓、印度、斯里蘭卡、巴西、非洲…）的雨季時期，此病原菌在高溫高濕的環境繁殖迅速，藉由雨水飛濺傳播，在無降雨或氣溫降低的環境下，病害發展會減緩。

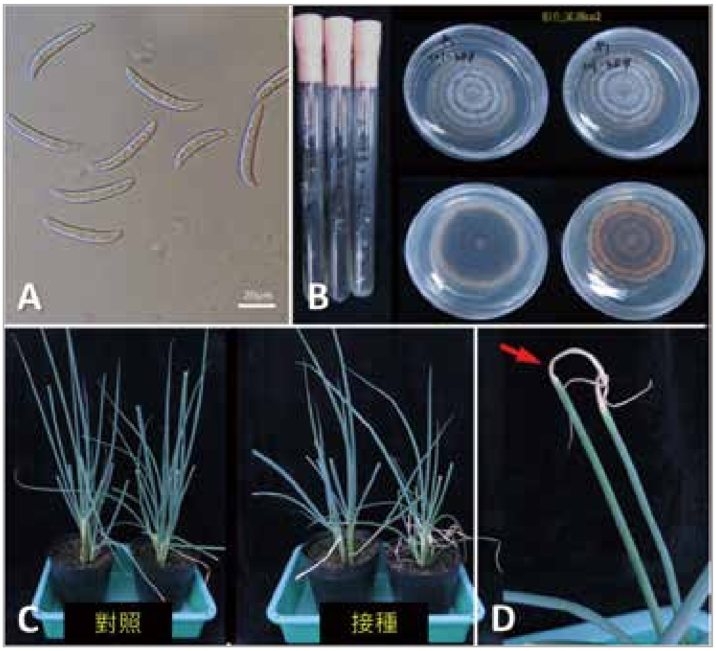


圖一、2022年7-9月在彰化縣與雲林縣栽培青蔥發生一種嚴重病害，常造成全園廢耕而無收成 (A)，罹病株呈現捲葉 (B)、葉斑 (C)、莖腐 (D, E) 的病徵，嚴重時造成植株死亡。紅色箭號為罹病株與罹病組織。

筆者進一步將造成青蔥捲葉病的Cs菌進行多項測試，發現此菌在24-36℃可造成四季蔥嚴重的病害，但在20℃或以下則幾乎不造成病害，接種後植株若不保持密封高濕度也不易造成嚴重病害。由彰雲地區的青蔥病害田間調查發現青蔥炭疽捲葉病在冬季則大幅減低，甚至消失，顯示此病害與溫度及雨水有關。2016年秋季在彰化地區的青蔥曾發生過一次此病害，但很輕微，而2022年發病嚴重的原因可能是與當年夏季高溫及多日的午後降雨有關，加上蔥農對此病害認知不夠，防治方法不正確，以及使用被污染或感染的青蔥（但外表無明顯病徵）做為種苗，導致此病害一發不可收拾。



圖二、分生孢子桿狀形的青蔥炭疽菌株（*Colletotrichum* spp.）共計3種，以人工接種皆可造成葉斑與葉枯的病徵，但只有1種才會造成基腐、捲葉病徵與植株死亡的病徵，故稱之為炭疽捲葉病。



圖三、分生孢子為月彎形的青蔥炭疽菌株（*Colletotrichum* spp.）亦有3種，以人工接種造成葉枯病徵的病徵（紅色箭頭），但不會造成莖腐、捲葉與植株死亡的病徵。

四、青蔥炭疽捲葉病防治對策

因炭疽病菌曾在其他作物有潛伏感染的現象（已受感染但外表無病徵），推測青蔥炭疽捲葉病也可能有此問題。筆者在青蔥炭疽捲葉病田間調查時發現，外表無病徵的青蔥常因鄰田植株病害或臨路植株感染以致

圖四、越靠近病株（紅色箭頭）的青蔥帶菌率越高。外表無病徵的青蔥 (A)，常因鄰田病害 (B)，或臨路植株感染 (C)，以致高帶菌率，造成分苗種植的盆栽植株發病死亡 (D)。

高帶菌率，造成分苗種植的盆栽植株發病死亡，且越靠近病株的青蔥帶菌率越高（圖四）。進一步測試發現，若帶菌率低的青蔥植株噴灑植物保護資訊系統 (https://otserv2.tactri.gov.tw)的推薦用藥，則可明顯減輕炭疽捲葉病，若帶菌率高的植株則防治不易。

故青蔥炭疽捲葉病害的防治重點：(1).清潔健康的種苗是預防此病害的第一步，因農民除了自行留種之外，許多人是賣掉好的蔥，留次級品當作種苗，亦會自市場購入來源不明的青蔥做為種蔥，有些貪便宜而選用淘汰後且品質不良的青蔥，可能會購入無症狀但已感染病蟲害的青蔥植株為種苗；(2). 曾發生此病害的青蔥田區應輪作其他作物，至少要等到罹病的青蔥組織崩解之後才能再種植青蔥；(3). 再則於高溫雨季時才需要加強藥劑防治，此病害在其他氣象條件不易發生；(4). 鄰田的青蔥若有發生此病害則很容易藉雨水傳播到附近的青蔥，應特別注意；及 (5). 建議種蔥 (種苗用) 與菜蔥 (食用) 分隔種植，以求獲得無潛伏感染的青蔥苗。

此外，炭疽捲葉病菌是否能存活於土壤中、藉灌溉水傳播或種子帶菌，而且冬天消失的病害會不會在隔年夏季再度爆發，則有待研究人員調查與進一步探討。

菇類作為植物肉原料之可行性

農試所植病組余祥萱 呂昀陞

一、前言

隨著近年來環保意識抬頭、人體健康及糧食安全之需求，素食人口不斷增加，依據經濟部在2020年發布的「國內外經濟情勢分析」報告書中，綜合計算推估台灣約有近13%的國人為素食者，是一個相當可觀的人數，而在這些素食人口中，仍有許多人無法忘情於動物肉品的口感與滋味，因此許多動物性肉品之替代品相繼產生，其中如：豆腐、素肉、天貝、菇類、試管肉與植物肉等，而近幾年來又以植物肉的發展最為迅速。全球植物肉市場價值在2019 年已達 120 億美元，預估至2025年後更可成長至279 億美元(陳和雷，2020)，實是近年食品領域相當值得發展之議題，而菇類由於其營養價值高，素有「素食牛排」之美名，未來若能作為植物肉主要原料之一，相信更可提升植物肉之價值。因此本文將針對植物肉進行初步介紹，並說明菇類如何於植物肉的發展過程中扮演重要角色。

二、植物肉之興起

早年農耕時代，動物性肉品主要來源為自家圈養的家禽家畜，而人們也多只能在年節時刻，享用一下動物性蛋白質帶來的幸福感，但隨著時代的演進，傳統家戶型的畜牧業開始被資本密集型的工業化畜牧場所取代，且大多以室內集約方式進行養殖。飼養此些家畜動物除會排放溫室氣體外，飼料和飼養用地的需求也大幅提升。畜牧業為全球最大的土地使用產業，約占可耕地面積的三分之二，其中包含種植飼料作物用途和飼養或放牧等土地 (FAO, 2020)。另，由於畜牧業之發展，使得人與動物的密切接觸，亦增加人類罹患人畜共通疾病的風險，例如豬瘟和禽流感等，加上動物飼養時廣泛濫用抗生素的狀況，更加速細菌耐藥性問題的日趨嚴重性 (Bryant & Sanctorum 2021;

作　　者：余祥萱助理研究員
連絡電話：04-23317516

Michel *et al*. 2021)。目前動物肉生產的高碳排放和對環境與動物的不友善，已成為動物性蛋白生產的頭痛難題。此外，亦有研究指出過量攝取紅肉和加工肉可能提高心血管疾病及部分慢性疾病的發生風險 (Wolk 2017)，因此控制肉類和脂肪的攝取量並選擇植物源蛋白食物是降低心血管相關疾病發生的最佳方法，而植物肉便是由植物源蛋白製成的動物性蛋白替代品，在食品市場極具發展潛力，更被譽為「未來食物」。相比傳統的動物肉，植物肉含有更少的熱量、脂肪和膽固醇等成分，也不具有抗生素等不良成分殘留問題，加上製作過程不僅能節省大量的水資源和農業用地，對環境的影響較小，完全符合現代人對綠色生活和動物保護的追求。

三、甚麼是植物肉?

植物肉係指以植物及其萃取物為主要原料製作而成的食品，不含任何動物性成分，但其口感和外觀卻與動物肉十分相似。植物肉的製作過程與傳統的食品加工過程類似，即是將不同的植物蛋白混合含有脂質、糖類或其他成分的植物原料，並進行加熱、擠壓和調味等加工處理，最終形成具有肉質口感的食品 (Kyriakopoulou *et al*. 2021)。其中最常用的原料又以具有豐富營養價值的大豆蛋白、豌豆蛋白、小麥蛋白為主，透過植物性蛋白取代動物性蛋白質和脂肪的成分，讓人們在享受美味的同時也能夠獲得足夠的營養。近年來動物保護與環境議題使植物肉的市場快速擴張，亦有許多傳統肉類生產國際大廠，如：Tyson、Smithfield和 Maple Leafs 均紛紛投入植物肉的開發研究，另外知名餐廳也將植物肉加入菜單中供消費者選擇，如肯德基於2019年在美國推出植物肉雞塊和雞翅等商品。目前專家預估至2030年相關產值將達到850億美元，因此植物肉實屬食品市場的未來新星 (Sha & Xiong 2020)。

四、植物肉與菇類共同發展之可行性

植物肉市場大幅度成長的同時，也伴隨出現兩大課題：價格和口感。植物蛋白的成本相較動物肉高約2-3倍，且現階段口感和咬勁上與動物肉仍有3成的落差，因此倘若撇除全球5%素食人口外，如何吸引剩下95%的葷食消費者轉向選擇植物肉是極大的挑戰。且除價格和口感外，豆類和穀物等作物雖可提供基礎蛋白質，但由植物所製成的食品，其營養價值和生體可用率（bioavailability）仍具有一定限制，主要是因其所含的蛋白質經常缺乏至少1種以上的必需胺基酸 (Tachie *et al*. 2023)，如離胺酸 (Lysine)、甲硫胺酸 (Methionine)或半胱胺酸(Cystine)等，而必需胺基酸的組成與消化性則會影響蛋白質的品質。蛋白質進入腸道後會被分解成分子量較小的胜肽 (Peptide)或游離胺基酸，再被吸收至血液中，提供人類生長和健康所需，然未完全分解的蛋白質可能會被腸道微生物利用後，轉換為生物胺 (biogenic

amine)，導致罹患腸道疾病的風險提升。傳統肉類不僅含有所有必需胺基酸，且蛋白質的消化率亦較植物肉來的高。此外，在植物肉生產過程的擠出、混合、紡絲、剪切和冷凍對齊等額外製程，也可能改變原材料的性質，甚至產生新的結構，影響蛋白質的分解性 (Xie *et al*. 2022)。為解決目前植物肉的潛在缺點，提高菇類於原料中的占比將是重要的研究方向。菇類含有豐富的蛋白質、膳食纖維和維生素B_1、B_2等營養成分，其中胺基酸組成更具有多種人體必需之胺基酸，可補足植物肉中必需胺基酸不足的問題，進而提升植物肉的營養價值。而菇類的脂肪含量低，且大多屬於不飽和脂肪酸，因此適合減重患者食用外，也可降低罹患心血管相關疾病的風險。此外菇類的子實體與菌絲所含之纖維結構對於改善植物肉的纖維長度具有一定的幫助，有利於調配出豐富與具層次的口感，使植物肉更加趨近於動物肉的風味和外觀。

除基本的營養元素外，菇類也含有麥角固醇及其他抗氧化成分如多酚類與黃酮類，有助於增加人體的免疫力與抗發炎能力，利於抵抗各類新興流行疾病與改善心血管疾病。而不同種類的菇類因所含的鮮味胺基酸也有所不同，因此在與其他植物蛋白、脂肪、糖分等成分混合後，極有機會調配出更加多樣的味道和香氣，並製作出類似漢堡肉、肉醬或肉片等相關產品 (蕭等，2020)，目前已有使用香菇（圖一）、蠔菇和雞腿菇和植物蛋白融合後，形成具真肉香氣的植物肉香腸。然近年植物肉的成分仍多以豆類、堅果、小麥及蔬菜為主，所含的菇類比例較低，主要歸因於菇類取得成本過高。為改善此問題，若能透過大量批次發酵來獲得足夠之菌絲體或是善用菇柄或菇類下腳料等，將其烘乾粉碎後作為材料製成植物肉，不僅可減少其製作成本壓力，同時也可增加植物肉於市場的競爭性。

當前菇類和植物肉之間的相關研究正處於起步階段，主要集中於食物的組織結構、口感、風味和加工技術等面向。現今已有學者成功將杏鮑菇以適當的比例添加於豆類蛋白的擠出技術中，並發現杏鮑菇可顯著提升產品之含水量和吸水性，使植物肉更接近真肉特性 (Mohamad Mazlan *et al*. 2020)，而其他曾被應用於植物肉的菇類尚包括洋菇、木耳（圖二）和香菇等種類。其中以洋菇菌絲結合大豆蛋白，可改善單以大豆蛋白所製成時的硬度、彈性和咀嚼感，並降低脂肪含量，開發出低脂植物肉漢堡排。另有研究以香菇取代香腸中豬肉之瘦肉部分，發覺除可提升食物中的氨基酸含量，對於味覺和香氣等感官特性亦有所幫助 (Wang & Zhao 2023)。

此外在動物性蛋白替代產品中，來自印尼的傳統豆類發酵食品天貝也是一個熱門議題 (Bryant & Sanctorum 2021)，天貝是一種以黃豆去皮蒸熟後，混入少孢根黴菌 (*Rhizopus oligosporus*) 發酵而成的塊狀食品，被認為對腸道健康有

益。從此概念發想，若以植物肉現有的原料作為營養來源，於豌豆或小麥蒸熟後，加入菇類菌絲並經過適當固態發酵流程，促進其菌絲生長，形成特殊形狀，不僅可直接作為植物肉之來源，亦可降低加工製程所帶來的營養流失問題。

五、結語

植物肉目前普遍盛行於西方國家，然在亞洲國家仍屬於較新穎的食物 (Ismail *et al*. 2020)，但是隨著人們對於糧食安全、人體健康和環保的需求上升，植物肉已逐漸成為國內近年來極為熱門的議題。越來越多的食品公司和餐廳也開始推出各種植物肉產品，讓人們可以在不影響口感的同時，也可享受健康和環保的飲食體驗。另外，目前植物肉的消費者多侷限於年輕、女性、高知識分子和關心健康與環境等議題的族群 (Bryant & Sanctorum 2021)，因此在市場推廣和普及過程中，還需要加強民眾對植物肉的了解，從而提高接受度和購買意願。此外，植物肉的價格也是一個重要的因素，未來需要不斷降低成本，提高生產效率，並採用環保和永續的製作流程，達到穩定的品質，才能夠讓植物肉於市場上更具競爭力。而菇類在植物肉的製作過程中，可以作為其中的重要成分和調味原料之一，除增加植物肉的口感和營養價值外，也可藉由不同的方式進行組合和搭配，製作出多樣又美味健康的植物肉料理。目前國內外越來越多以食用菌生產植物肉的專利，顯見菇類應用於植物肉的製作中極具潛力。未來植物肉在質地和口感上仍具有諸多挑戰 (Vallikkadan *et al*. 2023)，因此必須透過技術創新和產業與政府的共同努力，使其在市場上發揮更加重要的作用，成為健康和環保的食品新選擇。

圖一、香菇可作為植物肉原料之一。

圖二、木耳已被應用於植物肉研究中。

六、參考文獻

陳儀珈、雷雅淇。2020。食品新視界：植物肉的科技風潮-ILSI Taiwan 會議紀實。泛科學。2023年3月15日，取自 https://pansci.asia/archives/193165。

蕭東昇、朱燕華、張欽宏。2020。中華民國專利號I697287。素食製品製造方法、素食製品及結著劑。台北：經濟部智慧財產局。

Bryant, C., and Sanctorum, H. 2021. Alternative proteins, evolving attitudes: Comparing consumer attitudes to plant-based and cultured meat in Belgium in two consecutive years. Appetite 161:105161.

Food and Agriculture Organisation (FAO), 2020. Land use in agriculture by the numbers. Retrieved March 24, 2023, from https://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219/.

Ismail, I., Hwang, Y.-H., and Joo, S.-T. 2020. Meat analog as future food: A review. Journal of animal science and technology 62:111.

Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., and van der Goot, A. J. 2021. Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. Foods 10:600.

Michel, F., Hartmann, C., and Siegrist, M. 2021. Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives. Food Quality and Preference 87:104063.

Mohamad Mazlan, M., Talib, R. A., Chin, N. L., Shukri, R., Taip, F. S., Mohd Nor, M. Z., and Abdullah, N. 2020. Physical and microstructure properties of oyster mushroom-soy protein meat analog via single-screw extrusion. Foods 9:1023.

Sha, L., and Xiong, Y. L. 2020. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. Trends in Food Science & Technology 102:p. 51-61.

Tachie, C., Nwachukwu, I. D., and Aryee, A. N. 2023. Trends and innovations in the formulation of plant-based foods. Food Production, Processing and Nutrition 5:1-14.

Vallikkadan, M. S., Dhanapal, L., Dutta, S., Sivakamasundari, S., Moses, J., and Anandharamakrishnan, C. 2023. Meat Alternatives: Evolution, Structuring Techniques, Trends, and Challenges. Food Engineering Reviews:1-31.

Wang, M., and Zhao, R. 2023. A review on nutritional advantages of edible mushrooms and its industrialization development situation in protein meat analogues. Journal of Future Foods 3:1-7.

Wolk, A. 2017. Potential health hazards of eating red meat. Journal of internal medicine 281:106-122.

Xie, Y., Cai, L., Zhao, D., Liu, H., Xu, X., Zhou, G., and Li, C. 2022. Real meat and plant-based meat analogues have different in vitro protein digestibility properties. Food Chemistry 387:132917.

生鮮水果碳足跡 產品類別規則建置經驗

農試所農經組 江秀娥 方尚仁

一、前言

台灣於2021年4月宣告將以2050年達到淨零排放為目標，碳排放議題一時之間成為熱門話題，大家都在談，都想要有所作為。沒錯，是該減碳了，不論個人、企業或產業。但是，該如何減碳呢?從哪裡開始減碳才是最有效率呢?

首先，應該要盤查碳足跡，找出碳排放的熱點，才能事半功倍。農產品要計算碳足跡，必須依循「行政院環境保護署推動產品碳足跡管理要點」來進行，第一步，就是引用符合產品的「碳足跡產品類別規則(carbon footprint product category rule, PCR)」，在環保署的產品碳足跡資訊網可查詢到有效的產品類別規則，每項文件皆會說明其產品的適用範圍，多以貨品分類號列(CCC Code)呈現。如果所要盤查的產品未能找到可引用之產品類別規則，就必須制定1份新的文件。行政院農業委員會因應2050淨零目標，率先盤點目前環保署可供引用之產品類別規則，截至2022年底，初級農產品可用之文件包含家畜禽肉及食用雜碎、設施栽培植物(觀賞用)、茶葉、米、鮮蛋、蔬菜、鮮牛乳等7項。為補足缺口，自2022年起著手增訂生鮮水果、雜糧、水產動物食品、觀賞植物等產品類別規則，便於有心想要盤查農產品碳足跡者有所依據。

農業試驗所(簡稱本所)協助生鮮水果碳足跡的產品類別規則制定，由於農業各界對於這項文件的制定流程較為陌生，本文紀錄制定的過程及注意事項，供未來需要制定農產品碳足跡之產品類別規則文件者參考。

二、碳足跡產品類別規則之建置流程

碳足跡產品類別規則之建置流程如圖一，廠商、公協會或政府單位皆可發起制定本項文件。以下就流程的內容進行說明，所有的表件皆可在環保署的碳足跡資訊網站上(資料下載專區)找到，建議先於該網站上免費註冊為會員，俾利進行後續相關程序。

作　　者：江秀娥副研究員
連絡電話：04-23317652

（一）撰寫基本資料並送件

基本資料格式如圖二。其中，利害相關者通常是指同業，在此也要提出將來擬邀請出席研商會議的專家學者名單，至少3人，其中1位為溫室氣體專家，環保署於網站上提供專家名單供參考；輔導單位一般是指顧問公司，若沒有找顧問公司協助，也可寫「無」。

基本資料送件後會有兩種情況：

1.環保署同意建立該類產品的PCR：環保署會召開會議審查，屆時申請制定單位必須製作簡報，內容除了簡介制定單位外，重點是說明目標產品的生產流程及產品的「生命週期流程圖」，且二者之用語要盡量一致。資料經環保署初審後，須回應委員審查意見並修正基本資料與簡報內容，再經委員檢視無意見後，環保署才會核發文件編號。

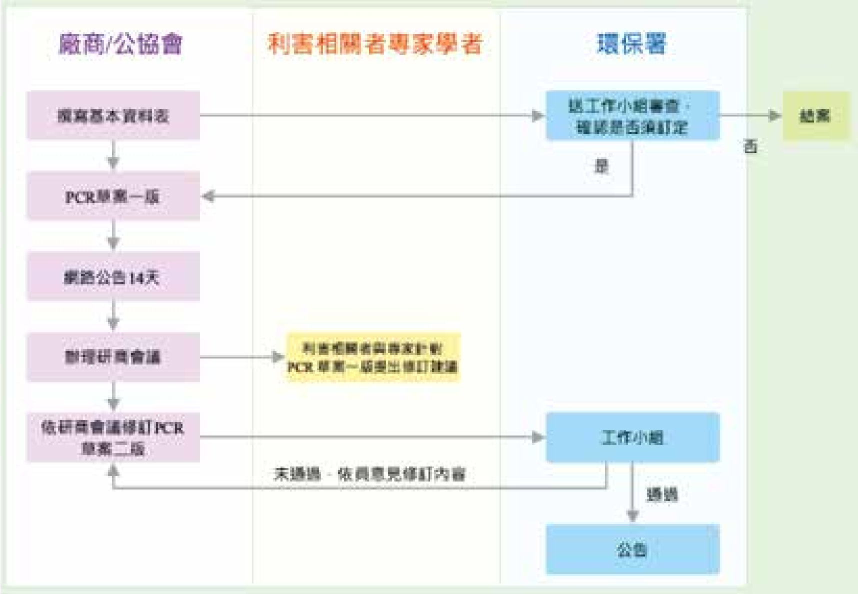
2.環保署建議修訂現有PCR：該署審視基本資料與申請單位簡報後，建議可與現有的PCR合併。此時，要重新提交『擬修訂產品類別規則文件基本資料』如圖三，其與新訂基本資料的差別，主要是第一大項的產品資訊稍有差異。同樣再經委員檢視無意見後，環保署也會給予一個新的文件編號。

（二）撰寫PCR草案一版

在獲得環保署的文件編號後，即可開始撰寫PCR草案一版。可於環保署產品碳足跡資訊網站上找到範本，據以修正成為適合標的產品的內容。

PCR內容重點在於產品的生命週期流程圖及各項一級活動數據資料的蒐集。生鮮水果PCR草案一版的生命週期流程圖詳如圖四。由於生鮮水果包含的產品非常多，為適用所有生鮮水果產品，將可能會有的流程皆列出，虛線表示有些產品未有此流程，則可不納入盤查。

根據生命週期流程圖展開PCR的文件內容，主要是五大階段之活動數據蒐集的項目有哪些、一級活動數據要蒐集的項目、蒐集的方法、二級活動數據的



圖一、碳足跡產品類別規則建置流程。資料來源:環保署產品碳足跡資訊網
(https://cfp-calculate.tw/cfpc/Carbon/WebPage/PCRProcess.aspx)

內容等。生鮮水果的整個生命週期流程中，最重要的階段是原料取得與製造階段，尤其在原料階段。原料階段包括各項生鮮水果的農場生產作業與其資材、能資源的投入，所以從種苗、農業、肥料到農機具使用的油料、電力等，都要仔細的盤查其使用量；還有生產水果可能廢棄的物品，如肥料袋、空藥瓶或農膜等廢棄物，也需要盤點。

完成PCR草案一版後，須上傳至產品碳足跡資訊網，供利害相關者檢視14天以上，才能召開研商會議討論。

（三）辦理研商會議

本階段邀集利害相關者與專家共同討論草案一版之內容。所謂利害相關者，若是廠商訂定PCR，則通常是指同業，如某個農會制定米PCR，其利害相關者為其他農會、糧商等同為產銷米之廠商；而本次訂定生鮮水果PCR是由公部門發起，因此，利害相關者範圍包括上下游業者，如資材供應商、農民或產銷班、生產合作社/農會/農企業、通路業者如批發市場、

擬訂定碳足跡產品類別規則文件基本資料

一、產品資訊

訂定者	CFP-PCR 中文名稱	CFP-PCR 英文名稱	適用產品範圍	參考CCC Code/行業標準分類	擬申請之產品名稱	國外相關PCR名稱/國別	國外PCR適用產品範圍

二、產品照片

三、工作組織架構

四、利害相關者界定名單

五、輔導單位

圖二、新訂碳足跡產品類別規則文件基本資料格式。資料來源：同圖一。

擬修訂碳足跡產品類別規則文件基本資料

一、產品資訊

訂定者	產品名稱	擬修訂 CFP-PCR 中文名稱	擬修訂 CFP-PCR 英文名稱	擬修訂適用產品範圍	參考CCC Code、CNS標準或其他國家標準	原定 CFP-PCR 中文名稱	原定CFP-PCR 適用產品範圍
修訂者： 原訂定者：							

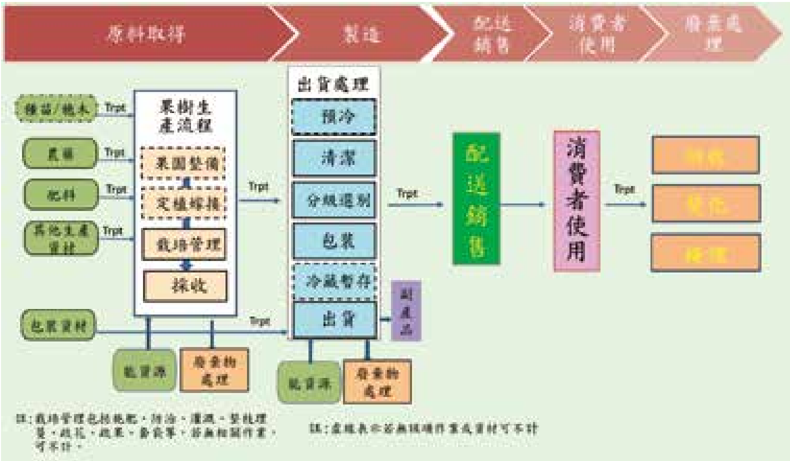
二、產品照片

三、工作組織架構

四、利害相關者界定名單

五、輔導單位名稱

圖三、修訂碳足跡產品類別規則文件基本資料格式。資料來源：同圖一。



圖四、生鮮水果生命週期流程圖(草案一版)。

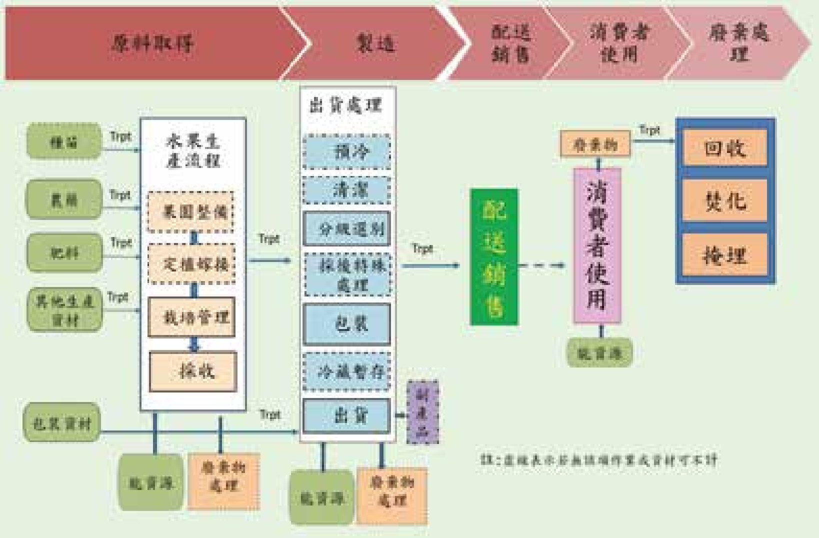
超市、量販店、超商等，還有最有可能應用本項PCR的各試驗改良場所研究人員，同時也是水果生產的專家，皆納入本次研商會議邀請對象。另外必須邀請專家學者3人以上，其中至少1位為溫室氣體專家，盡量與基本資料表上的名單一致。

研商會議中，大家最關心的，不外乎生命週期流程圖中所列項目，對於其關心的水果品項是否產生窒礙難行之處，或是不夠周延，例如，預冷、清潔、冷藏暫存，對多數內銷型水果可能都用不到，必須以虛線表示；而有些水果必須進行脫澀、催熟等採收後特殊的處理，則必須增加，也是以虛線表示。水果採收後送至集貨包裝場(製造階段)進行出貨處理，不符合出貨水準的產品，屬於格外品部分，會轉為其他產品的原料，則以「副產品」標示，希望可以分攤碳排放量，而且農場所生產的農產品未達出貨水準的比例著實不低。

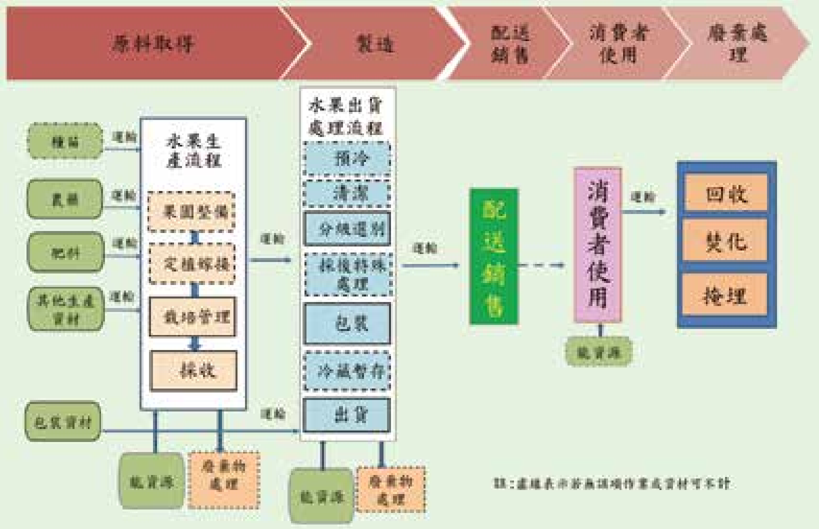
研商會議所討論的內容，達成共識後，除據以修改PCR文件內容外，須將此會議討論之重點內容做成會議紀錄，並置放於草案二版的文件中。

（四）修正完成PCR草案二版

根據研商會議之共識，修正生鮮水果PCR草案二版，其中生命週期流程圖



圖五、生鮮水果生命週期流程圖(草案二版)。



圖六、生鮮水果生命週期流程圖(公告版)。

修正如圖五。修正完成後，再將磋商會議紀錄與草案二版文件上傳至產品碳足跡資訊網，等待環保署再次召開會議進行審查。

（五）環保署二審通過公告

環保署邀集委員進行生鮮水果PCR草案二版審查，仍有許多需要討論修正之處，如「副產品」究竟該不該計算碳足跡，多所討論。最後與環保署及其執行單位(工研院)討論後定案，不同等級之產品如A、B、C級甚至進入加工的產品，皆視為「聯產品」，皆必須分配計算碳足跡。因此，依據審查意見再修正草案二版的內容，其生命週期流程圖也再修正如圖六，並獲得環保署及委員同意，已公告於產品碳足跡資訊網供各界盤查生鮮水果碳足跡時引用。

三、碳足跡產品類別規則建置注意事項

建置碳足跡產品類別規則時除上述流程外，另須注意以下幾點：

(一)完成基本資料後，請與產品碳足跡資訊網下方之窗口聯繫，才知道要將資料提交給誰。

(二)環保署審查PCR基本資料、利害相關者與專家磋商會議、草案二版審查等，歷次會議或委員所提審查意見與答覆情形也須列入公告文件中。

(三)PCR文件中相關名詞前後要完全一致，如「生產管理」或是「栽培管理」；「田間」或是「農場」；「製造場所」或是「集貨包裝場」。

(四)注意專有名詞或有特定規範之名詞，如「工廠」屬經濟部管轄有相關規定之名詞，不可任意使用。因此，生鮮水果PCR之製造階段用語「製造工廠」修改為「製造場域」。

(五)有關「副產品」是否應特別標示或該如何評估其碳排放量，在磋商會議或環保署審查草案二版會議中，皆為討論之重點。經再三思考並參考其他產品PCR，並與工研院討論，可將副產品視為關聯產品，即農產品經分級後，包括A級品、B級品、C級品、D級品等，依據其數量分配碳足跡。因此，建議日後訂定農產品PCR時，盡量不要呈現「副產品」名稱，避免徒增許多認知差異的困擾。

四、結語

為使願意投入盤查農產品碳足跡的業者有相對應的PCR可使用，農委會陸續投入相關農產品的PCR建置工作。惟建立1份PCR的相關工作，必須配合環保署的規定，逐步進行申請、撰寫文件內容、召開會議磋商討論、修正與回應相關審查意見等，雖然不是太難的工作，但是過程相當繁瑣，且耗時甚久。

本所協助「生鮮水果碳足跡產品類別規則」建置工作，從2022年6月開始進行相關程序，至2023年3月始獲得環保署審查通過並公告，其中的相關過程與該注意事項，以本文紀錄，提供後續有意願再投入相關PCR建置工作之業者、公協會或機關參考。

「設施蔬果栽培產業人才培育訓練計畫」回顧與成效

農試所農場組 蔡璿如 吳錫家

一、前言

為配合政府新農民培育政策，建構完整之設施栽培商業量產人才培育體系，以具發展潛力、技術門檻較高且硬體設備資金需求高之設施蔬果產業，結合智慧農業、設施農業等科研成果，建置「育成基地」實作栽培訓練場域 (圖一)，提供設施栽培專業技術知能及實作訓練，建立創新的微型產業輔導模式。

培訓對象以實際從事農業之青年農民為優先，並符合農學相關科系畢業、具有設施基礎設備、設施生產經驗等其一條件，期能縮短創業摸索期，促使其成功投入設施農產業，成為具高競爭力的新農民。

二、培訓方式與內容

設施蔬果栽培產業人才培育訓練自107年起每年舉辦一梯次，採兩階段訓練，以薄皮甜瓜為訓練目標作物。第一階段培訓地點於本所育成基地，培訓時間為3~4週，課程內容以栽培設施蔬果基本知能與技術、搭配實作訓練加強學科應用 (表一)，最後從中遴選較具發展潛力新農民進行第二階段產地設施實作演練。第二階段經公開評選作業與嘉義縣精緻農業協會合作，與設施產業專業農民團體進行現地連結，實地操作由育苗、定植栽種至收穫行銷的一連串過程，並由具生產經驗的陪伴師進行指導，過程中結合一季園主活動 (圖二)，將培訓過程紀錄以社群媒體素材進行推播，加強多元行銷管道實作演練，有助將來新農從農之產銷鏈結。

111年度採納前三年度學員回饋意見，調整訓練方式，採用「理論-實務-理論」的「三明治」模式，先於本所舉行為期1週之第一階段專業知能訓練，第二階段前往田間業師場域執行為期3個月之田間實務生產訓練，最後返回本所接受為期2週之整合性

作　　者：蔡璿如助理研究員
連絡電話：04-23317757

討論訓練，結合田間實務經驗與專業栽培知能，與本所專業講師討論掌握後續之生產與經營技能，藉此達到學用銜接成效，促成創業前技術準備作業。

每梯次結訓後辦理設施蔬果栽培人才培育成果發表會，邀請歷年培訓之學員進行回鄉從農成果分享 (圖三)，提供學員們互相交流機會，透過與產業互動強化農友間之橫向串聯。並且追蹤輔導已結訓的學員，以實地訪視或電話給予技術輔導 (圖四)，持續擴大技術落地與人才培訓之效益。

三、培訓成效

107-111年度共計培育82位設施蔬果類學員，包含招募學員50位、暑期大專實習生32位，各年度培訓人數及留農統計如表二，扣除大專實習生，招募學員結訓後平均留農率約84%。

針對82位學員發送網路問卷調查，共計回收40份資料，包含31位招募學員，9位大專實習生，依據課程內容回饋、後續輔導與投入設施農業獲利情形統計訓練效益。

(一) 學員對課程內容與後續輔導之回饋

針對後續有從農的學員，採五點量表，1代表非常不同意，5代表非常

表一、設施蔬果栽培產業人才培育課程內容規劃

課程名稱	課程內容說明	建議時數
田間技術理論	1. 報到、課程說明及環境認識 (1小時) 2. 設施栽培概論(3小時) 3. 溫室設施設備概論(3小時) 4. 設施補助推動方案及配套措施(3小時) 5. 定植前整備與介質消毒操作(3小時) 6. 設施栽培與多元行銷經驗分享(6小時) 7. 設施栽培病蟲害管理概論(3小時) 8. 種苗定植實作(3小時) 9. 農家記帳與成本分析(4小時) 10. 植物營養配方認識與調配技術及實作(3小時) 11. 水質及土壤檢測報告判讀及營養狀態監測實作(3小時) 12. 小型農機操作及作畦技巧(3小時) 培訓評量(一) 13. 溫室結構介紹及環境控制管理(3小時) 14. 滴灌材料介紹與應用技術與安裝(3小時) 15. 農藥使用原則及農藥資訊查詢、計算與調配(3小時) 16. 水電管路簡易配置與維護實作(3小時) 17. 非農藥資材之運用(6小時) 18. 溫室蔬果栽培操作要領(6小時) 19. 滴灌系統開關的操作與管路維護實作(3小時) 20. 設施簡易維護保養及攀爬網架搭設實作(3小時) 21. 育苗及種苗管理實作(3小時) 培訓評量(二) 22. 農業氣象資訊與災害防範(3小時) 23. 葉面施肥與病蟲害防治實作(3小時) 21. 溫室清園與設施保養(3小時) 培訓評量(三) 25. 設施焊接技術與實習(6小時) 26. 成果報告撰寫、分組討論報告、成果心得分享(4小時)	合計約160小時
農場經營管理	1. 自產自銷之實作訓練課程(10小時) 2. 田間實際操作訓練課程(20個小時) 3. 農場經營管理-產業連結課程訓練(40個小時)	
田間技術實作	田間技術實作演練	320小時

同意，進行問卷調查，結果詳如圖五。在「課程教授之栽培專業課程，能活用於實際務農操作」選項，有80%的學員表示非常同意，3%的學員表示非常不同意。「對於上課期間所傳授的市場與銷售管理相關知識與實習，能幫助您實際行銷上的操作」選項，有63%的學員表示非常同意，3%的學員表示非常不同意。「對於上課期間所傳授的相關專業知識與技術，您有分享給其他農友，並獲得農友的認同與採用」選項，有60%的學員表示非常同意，3%的學員表示非常不同意。「您會推薦其他人參加本所所辦理的產業人才培訓課程」選項，有86%的學員表示非常同意，3%的學員表示非常不同意。

學員結訓後針對其從農狀況，本所安排訪視輔導，對於後續之輔導情形調查如下，「您對於本所的同仁後續輔導的方式感到滿意」選項，有77%的學員表示非常同意，3%的學員表示非常不同意。「您對於本所的同仁後續輔導，有實際解決您務農上所遭遇的問題」選項，有77%的學員表示非常同意，6%的學員表示非常不同意。

對於「未來想再加強的技能」(可複選)，以「土壤肥料水分管理」選擇人數最多22人，其次依序為「病蟲害管理」19人，「科技自動化管理」16人，「行銷管理」15人，「種苗繁殖管理」13人 (圖六)。

表二、設施蔬果培育學員人數與留農情形統計

年度	學員數(人)		留農情形	
	招募學員	實習大專生	人數(大專生除外)	留農率(%)
107	14	0	11	79%
108	11	14	8	73%
109	11	12	9	82%
110	受新冠肺炎疫情影響，停辦一年			
111	14	6	14	100%
總計	50	32	42	84%

表三、學員投入設備金額與相對獲利情形

獲利情形 / 投資金額	虧損	持平	10%以內	10~20%	20~30%	30~40%	40~50%	大於50%	第一年從農無法回答	合計(人數)
無投資		1		1					8	10
100萬內		1	1	1				2	1	6
100~200萬						1				1
200~300萬										0
300~400萬				1		1				2
400~500萬					1					1
500萬以上	1[*註]	2			2	1			2	8
合計(人數)	1	4	1	3	3	3	0	2	11	28

(*註：未調查虧損金額)

(二) 學員投入設施農業狀況與獲利情形

對於投入設施農業獲利情形，回收之問卷共有35位留農者，投入溫網室設施栽培者有28位，約占九成，28位中有9位兼做露天栽培，其餘僅從事露天栽培者7位。

圖一、育成基地小規模實作訓練溫室。

圖二、嘉義縣精緻農業協會「一季園主」課程，提供溫室設備及完整的栽培技術。

圖三、歷屆學員回娘家。

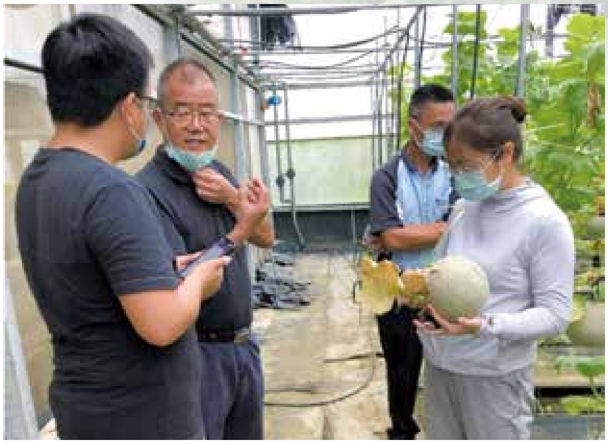
投入溫網室栽培的28位學員中，投入設備金額100萬元內者有6位，100~200萬元1位，300~400萬元2位，400~500萬元1位，超過500萬元8位，其餘10位無投資設備 (其中5位為111年結訓之學員)。獲利方面，持平者有4位，獲利增加10%內者1位，10~20%者3位，20~30%者3位，30~40%者3位，大於50%者2位，虧損者1位，第一年從農無法回答者有11位，其投入設備金額與相對獲利情形如表三，扣除第一年從農無法回答者，17位學員中約有7成學員獲利增加。

四、結語

設施栽培生產高品質蔬果將成為未來農業的趨勢之一，同時隨著智慧科技導入設施生產，投入成本與生產技術都有別於傳統露天栽培，對於投入設施栽培的農民具門檻，農試所以創新培育農產業人才模式，實質輔導新農民於從農前實際歷練專業技術，並協助建立產業人脈，藉由此問卷調查對於

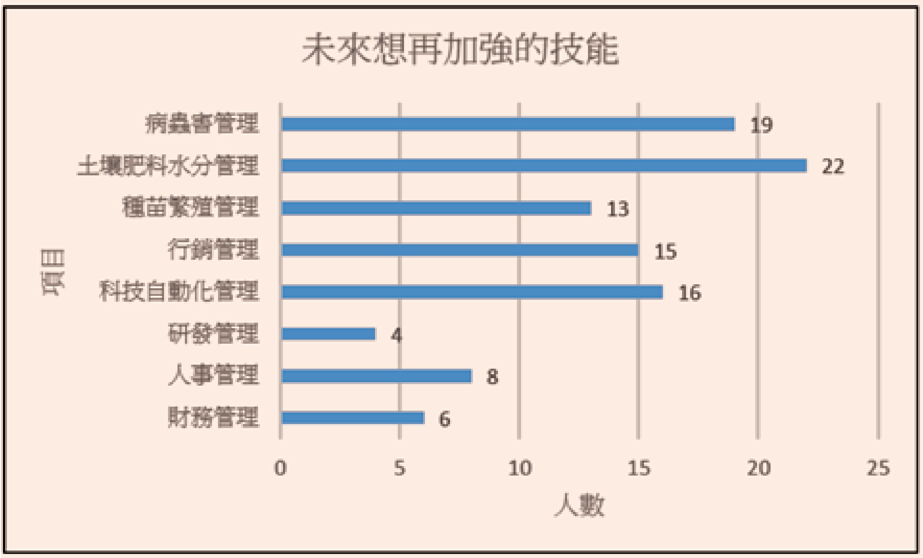
設施產業技術擴散成效與未來輔導方式改進提供推廣人員參考。

「設施蔬果栽培產業人才培育訓練計畫」創新的輔導模式在執行上仍有精進的空間，每梯次訓練時間長達2~3個月，包含參與受訓的學員與陪伴師皆於農忙抽空參加，甚至移地至陪伴師所提供的溫室農場實作，投入之心力與時間甚大，即使學員有意願參訓仍會受實際情況限制。而育成基地培訓時數證明直至111年才符合「推動青年農民農業經營準備金方案」之申請資格認定，顯示計畫相關的配套政策並非周全，若農民推廣計畫與補助政策上能有相對應規劃，對於農民參與及研究人員投入的積極度與成效將會大幅提升。



圖四、追蹤訪視已結訓學員及技術輔導。

圖五、學員對課程內容與後續輔導之回饋。



圖六、未來想再加強的技能。

以太陽能為例 淺談分散式發電與儲能系統於電動農機具之應用

農試所農工組 曾祥恩 蘇文瑞 楊智凱

一、前言

近年來，隨著農業現代化進程的加快，電動農機逐漸成為農民們重要的工具，而太陽能是一種綠色、清潔、可再生的能源，在國內得到了廣泛應用，隨著環保意識的提高，開始尋求可持續性太陽能發展方式，其中之一就是採用太陽能技術為建築物提供電力(圖一)。太陽能安裝於建築物屋頂的好處，首先建築物屋頂是很好的光照場所，因為接收到的陽光是最直接最充足並可避免太陽能板被週圍高建築物遮蔽，亦可利用原有建築物閒置空間，減少土地的占用並節省建設成本和降低環境影響；同時太陽能板阻絕太陽光直射屋頂，降低室內溫度以及延緩屋頂防水層老化速度。其次，屋頂安裝太陽能系統可以實現設施電力自給自足，將太陽能為電力，透過提供建築物屋頂的電力供應並與其它節能技術結合應用，例如照明系統、飲水機系統與空調系統等，進一步提高綠能利用效率，減少對燃煤和天然氣等石化能源的依賴，有助於保護環境和應對氣候變化，實現可持續發展的目標。

二、分散式發電簡介

目前，我國使用市電均以台灣電力公司集中式發電為主，無論是核能、燃煤火力、天然氣與大型水力發電，由遠離人口稠密都會區大型發電機組所發出具低電壓與大電流之電力，因遠離人口稠密都會區負載端，長距離輸送電力會產生輸電損失，一般指由輸電線路上產生電阻損失、電感損失與電容損失等，根據台灣電力公司提供資料顯示110年整體電力系統線路損失率為3.53%，為大幅降低線路損失，解決電力從發電廠到用戶端(負載端)傳輸的過程中所損失的電量，必須將電流I降低。因此，台灣電力公司將發電機輸出電壓經過升壓變壓器提高至電壓345KV，再由架空輸電電塔輸送到人口密集都會區附近一、二次降壓變電所，再次降低電壓及提升電流後成為適合於家庭用戶、工廠之用電設備之電力。

作　　者：曾祥恩助理研究員
連絡電話：04-23317705

分散式發電是一種新興的能源系統，常見於再生能源，例如：太陽能、風力能、地熱能及水力能等(圖二及圖三)，指在各個地方設置小型發電系統，透過多個分散的發電站點來提供電力可以實現能源的自給自足。以下是分散式發電的幾個特點：

(一) 減少能源損失：傳統的集中式發電系統需要長距離傳輸電力，因此會產生較高的能源損失。而分散式發電系統將發電和用電的地方更加接近，能夠有效降低能源損失，提高發電效率。

(二) 提高能源安全性：分散式發電系統具有去中心化的特點，因此一旦某個發電站點發生故障，整個系統不會癱瘓，只會影響當地的用電。相比之下，集中式發電系統的故障可能會導致整個大區域的停電。

(三) 降低維護成本：由於分散式發電系統設置在各個地方，可降低對傳輸線路和設備的需求，進而減少維護成本。

(四) 促進可再生能源的發展：分散式發電系統能夠更好地支持可再生能源的開發和利用。例如，太陽能發電系統可以安裝在建築物的屋頂上，利用太陽能或微水力發

圖一、太陽能發電模組(農工大樓屋頂平台處)。

圖二、阿基米德式微水力發電(台中市新社區白冷圳)。

圖三、風力發電(農業試驗所試驗田區)。

表一、太陽能分散式發電與儲能系統相關設備

設備(Equipment)	規格(Specification)
太陽能模組	1. Max. solar Voc DC 40.26V 2. Max. solar power 330W 3. Max. power current 10.04A 4. Max. short current 10.57A 5. Max. system voltage 1,000V
MPPT控制器 (Maximum Power Point Tracking)	1. Battery voltage DC 24V 2. Max. solar power 1,800W 3. Solar Vmp DC 12~96V 4. Max. solar Voc DC 230V 5. Max. charging current 30A 6. Max. load power 1800W 7. Load current 25A
電瓶	1. Battery capacity 100Ah 2. Battery voltage DC 12V
逆變器	1. Rated power 2,500W 2. Input voltage DC 24V 3. Output voltage AC 110V 4. Output current 21A
充電器(專用)	1. Input voltage AC 110V~220V 2. Output voltage DC 48V 3. Output current 8A
LED	1. Rated power 50W 2. Input voltage AC 110~220V
飲水機	1. Rated power consumption 1,100W 2. Total rated power consumption 2,345W
電動農地搬運車	1. Battery capacity 30Ah 2. Battery voltage 48V 3. Rated power of the electric motor 5,066W/3,300rpm 4. Load capacity 210kg

表二、太陽能分散式發電與儲能系統發電設備價格

設備	數量	單價(元)	總價(元)
太陽能模組	5	3,800	19,000
MPPT控制器	1	1,980	1,980
電瓶	8	5,100	40,800
逆變器	1	3,360	3,360
總成本			65,140

備註：費用不含固定支架與線材成本。

電，這樣不僅可以減少能源消耗，還能夠減少對環境的影響。

三、太陽能分散式發電儲能系統之初步應用研究

為探討太陽能分散式發電與儲能系統在實務上應用，於本所農工大樓屋頂平台建置發電設備，包含太陽能模組、MPPT控制器、電瓶及逆變器，負載供應設備包含LED、飲水機及電動農地搬運車(含充電器)，相關設備如表一，系統實體架構如圖四。太陽能模組吸收陽光轉換成直流電，透過MPPT控制器將電能充入電瓶中，利用電瓶將電能儲存，再藉由逆變器從直流電(DC 24V)轉換成交流電(AC 110V/60Hz)後，供應給LED照明、辦公室飲水機及電動農地搬運車充電使用，目前已有初步結果，功能符合預期，相關建置發電設備成本如表二所示。

在實際應用上，太陽能板發電量受日照時數與強度影響很大，根據曾(2019)的研究顯示，台灣地區至接近夏季太陽直射北半球月份(強度較大)，當月累積發電量會呈逐漸上升趨勢；但若當月份日照時數較少(陰雨天較多)，使得該月份發電量反而呈現下降趨勢。本所建置太陽能分散式發電與儲能系統試驗結果顯示，每日平均發電量為4.6度電，可提供飲水機連續使用4.18小時或載重210公斤電動農地搬運車連續使用

3.23小時(距離72.27公里)如表三所示。

四、結論

近年來，由於全球氣候變遷與環境議題越來越受到關注，推動永續農業已成為全球性的趨勢。在農業生產中，傳統農機所使用的燃油不僅造成環境汙染，也無法在現代農業溫室使用。因此，發展綠色、低碳、節能的電動農機已成為農業生產的重要方向。如今國內外已不斷有新的電動農機產品問世，例如電動曳引機、電動中耕機、電動無人噴藥機等，太陽能等分散式發電技術具有區域性發電特性，可以獨立在不同的地方進行發電，提供充電電源並降低了電力供應的單一性，研究結果顯示，使用綠能的電動農地搬運車與傳統燃油相較下，每年可減少農民的燃料費用49,304元支出與減少CO_2排放量3,599公斤，大幅降低CO_2對環境的影響。

圖四、太陽能分散式發電與儲能供電系統架構。

表三、飲水機、市售電動與燃油農地搬運車能量消耗比較表

項目	飲水機	電動農地搬運車	燃油農地搬運車
每日太陽能發電量	可使用4.18小時	可使用3.23小時 (行駛72.27公里)	-
負載消耗能量	1.345(度/小時)	15.71(公里/度)	5.03(公里/公升)
CO_2年排放量(公斤)	1634.9(市電)/0(綠電)	259.2(市電)/0(綠電)	3599.2
所需能源費用(元)	7,645(市電)/0(綠電)	1,212(市電)/0(綠電)	49,304

備註：

1. 經濟部能源局110年度電力排碳係數CO_2排放量0.509公斤/度
2. 行政院環境保護署事業溫室氣體排放量資訊管理平台：車用汽油CO_2排放係數2.263公斤/公升
3. CO_2年排放量以年行駛8,000公里計算
4. 市電參考價格為2.38元/度；無鉛汽油參考售價31元/公升
5. 1度電=1,000瓦．小時

電動農機是未來農業現代化的必然趨勢，它具有節能、環保、高效等優點，以太陽能等分散式發電作為電動農機的動力源，更是一種綠色能源，對於農業的永續發展具有積極的促進作用，雖然電動農機和分散式發電技術在目前還存在著許多的問題和挑戰，但是隨著技術的不斷進步和政策的支持，相信未來在農業領域中將會有更廣泛的應用和發展。

五、參考文獻

李承宇、黃文琦，儲能系統在再生能源發電中之應用現況與趨勢，太陽能學報，2019年第40卷第2期，頁83-98。

林佩如，儲能系統技術發展及應用趨勢，科學發展，2018年第5期，頁52-57。

施啟祥 (2020)。微水力發電結合LED照明應用。碩士論文。南投：國立暨南國際大學。

曾祥恩 (2019)。太陽能乘坐式播種機之研製。台東區農業改良場107年友善環境與創新農業加值暨年度試驗研究成果研討會專刊。P.59~67。

曾祥恩 (2019)。全台首創，太陽能乘坐式雜糧播種機省工又環保。農委會農政與農情No.323，P.116~122。

劉志成、賴國華、陳耀東 (2015)。應用於電動農用機械之儲能系統技術。農業機械學刊，24(1)，49-62。

劉昌慶 (2006)。太陽能電池之仰角控制研究。碩士論文。彰化：大葉大學。

賴世傑、陳志偉、陳輝煌 (2013)。台灣太陽能發電發展現況及展望。綠能與環保，12(1)，30-34。

賴冠維、邱炯憲、黃誌強、黃冠綸、楊靖宇、邱正松、莊瑞雄、陳瑞昌、劉建瑋、李錦雄 (2019)。電動農機在農業永續發展之應用。農業工程學報，65(4)，107-118。

魏祥輝 (2006)。太陽能輔助電動車效益研究。碩士論文。新竹：中華技術學院。

使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 (三)裂區設計

農試所作物組 楊滿霞

一、前言

本系列「使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 」文章已經來到第(三)裂區設計」(split-plot design)，前面兩篇分別為「完全隨機設計」及「隨機完全區及設計」，與前兩篇相同提供裂區設計函數與操作說明，作者自行撰寫裂區設計的R函數（函數名稱為SPD）並公開讓研究人員無償使用，研究人員只要熟悉R函數的使用即可以輕鬆上手使用；繁瑣的R程式撰寫工作已經包在函數內，使用者只需要撰寫一行R程式，提供待分析資訊透過函數的運算即可完成裂區設計分析，使用者可獲得完整的變分分析(analysis of variance, ANOVA)以及多重比較最小顯著差異性測驗 (least significant difference, LSD)結果。為使研究人員可以熟悉本函數的使用，本文提供函數名稱為SPD的引數(argument)及操作介紹，並提供裂區設計的試驗範例，說明產出的分析表格與多重比較標繪圖。

二、裂區設計簡介

裂區設計為農業田間試驗廣為使用的設計，通常是為了試驗方便或者試驗材料的型態而採取的試驗設計。在農業大田區中，我們通常會採用區集方式將背景變異不均勻效應去除，接著將處理因子分為主區因子及副區因子，依試驗異質偏性環境規劃數個區集，每個區集內規劃主區因子的大區，每個大區隨機實施不同主區因子，接著在每個大區內規劃副區因子的小區，每個小區隨機實施不同的副區因子，即初步完成裂區設計的試驗田區規劃。例如有若干個水稻品種比較不同灌溉方法，由於水是液體不易控制，所以通常會使用裂區設計來進行田區的規劃，水稻品種之種植操作上相對容易，而不容易控制的因子(灌溉方式)設置在大區，每個大區內再劃分為小區隨機種植不同的水稻品種。裂區設計必定是複因子分析，故檢視變方分析結果需先檢視交感是否顯著，如果交感效應顯著，針對所有處理組合做LSD或者固定某一因子，對另一

作　　者：楊滿霞助理研究員
連絡電話：04-23317128

因子做LSD，此時，主效應是否顯著不重要。如果交感效應不顯著但主效應效應顯著時，應針對主效應做LSD，了解該因子處理間是否有差異(圖一)。

三、下載SPD函數

使用SPD函數前，必須應先下載與安裝程式語言R才能順利使用。下載程式語言R及R程式的基本操作(包含開啟R檔案及執行R程式等)可見「使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 (一)完全隨機設計」說明。完成R安裝後，可到農業試驗所網頁內下載SPD函數及範例，詳細說明如下：進入農業試驗所官方網站後，下載路徑為「農業試驗所>本所簡介>研究單位>作物組>下載專區」，下載「裂區設計SPD函數.zip」，內含SPD.RData及R_InputData資料夾，打開SPD.RData後，在R console視窗，輸入SPD後按下enter鍵，即可出現SPD函數原始程式碼。

圖一、裂區設計分析流程。

```
SPD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2SPD.csv",X=4,B=3,Ma=2,Mi=1)
```

圖二、提供SPD函數R程式範例寫法供參。

四、SPD函數簡介

R_InputData資料夾內含SPD_Rprogram.R、f2SPD.csv共2個檔案。SPD_Rprogram.R為SPD函數的撰寫範例，範例檔案為f2SPD.csv。SPD函數包含6個引數(argument)，分別為WD、Filename、X、B、Ma及Mi。以範例SPD(WD="d:/R_InputData", Filename="f2SPD.csv", X=4, B=3, Ma=2, Mi=1)為說明：

(一)WD為「待分析檔案放置的路徑」，此範例為WD="d:/R_InputData"(或者WD='d:/R_InputData')，等號「=」代表指定的意思，等號後面填寫待分析之csv檔案放置路徑，路徑需用引號' '或者" "標示，此範例代表待分析檔案放在D槽的R_InputData資料夾內，建議使用者可在D槽下建立R_InputData資料夾，並將待分析檔案放入該資料夾內，則不用變動程式，或者請使用者依自己電腦放置待分析檔案位置，調整指定路徑內容，路徑名稱盡量避免出現中文字，以免出現不可預期的錯誤。

(二)Filename為「待分析檔案名稱」，檔案名稱需含副檔名，且檔案必需為csv檔，本範例檔案名稱為f2SPD.csv，檔名前後需用引號' '或者" "標示，此範例寫法為Filename=" f2SPD.csv" (或者Filename=' f2SPD.csv')。

(三)X為「觀測值」在待分析檔案中的「第幾行」，限制指定的行數只能為1行，此範例寫法為X=3，即f2SPD.csv中第4行為觀測值。

(四)B為「區集」在待分析檔案內的「第幾行」，限制指定的行數只能為1行，此範例寫法為B=3，即f2SPD.csv中第3行為區集。

(五)Ma為「主區因子」在待分析檔案內的「第幾行」，限制指定的行數只能為1行，此範例寫法為Ma=2，代表f2SPD.csv第2行為主區因子。

(六)Mi為「副區因子」在待分析檔案內的「第幾行」，限制指定的行數只能為1行，此範例寫法為Mi=1，代表f2SPD.csv第1行為副區因子。

以上為6個引數應填入相對應資訊的說明，填寫在SPD()內後並以半形逗號「,」隔開，即完成SPD函數的撰寫(圖二)。

五、SPD函數分析結果

有關SPD函數分析結果以範例SPD(WD=" d:/R_InputData" , Filename=" f2SPD.csv" , X=4, B=3, Ma=2, Mi=1)做說明。執行該程式後，會出現安裝agricolae套件(該套件功能為分析LSD)的國家連線選擇列表，請選擇Taiwan再點選「確定」後，即在R console視窗即出現分析結果，游標點選該視窗後。可使用滑鼠滾珠前後查看分析結果內容，資料分析結果分為3大部分Data Input、ANOVA result和LSD result，說明如下：

(一)Data Input顯示「待分析檔案內的資料簡介」，描述檔案內有27個觀測值共4個變數，也會顯示變數資料的類型，例如「品種」為chr代表字串，「密度」為chr代表字串，「區集」為int代表整數，「產量」為int代表整數。

(二)ANOVA result顯示「代號設定與變方分析表」，首先將每個變數設定為一個代號，此例觀測值「產量」代號為x，主區因子「密度」代號為a，副區因子「品種」代號為b，「區集」代號為block，接下來兩部分的ANOVA result和LSD result之內容，變數皆以前述代號顯示。使用者可依變方分析表Pr(>F)欄位檢視處理因子或交感因子是否顯著，如出現「*」及「**」分別代表達0.05和0.01顯著水準，則須做LSD分析(圖三)。

(三)LSD result分為三部分「LSD result for Main effect（主效應分析）」、「LSD result for Interaction effect（交感效應分析）」、「LSD result for Interaction effect with fixed one factor level（固定某一因子分析其他因子結果）」，第一行標示為哪一個因子的LSD分析結果，在$group內見到處理LSD分析的結果，其中第一行為處理的代號，第二行為處理平均值，第三行為LSD兩兩比較結果，每個LSD分析結果會以一行底線隔開(圖四)。以SPD(WD=" d:/R_InputData" , ilename=" f2SPD.csv" , X=4, B=3, T=c(1,2))分析為例，LSD result for Main effect可在第一列得知目前這是分析哪一個因子，依序看到「密度」和「品種」的主效應

分析結果；LSD result for Interaction effect部分第一列為「a*b」代表為「密度」和「品種」的交感效應。LSD result for Interaction effect with fixed one factor level可在第一行見到固定哪一個因子，例如'密度=D1'及在$parameters的name.t欄位為b（品種），代表固定密度因子為D1時分析b（品種）因子的LSD結果。

(四)R Graphics視窗顯示「LSD多重比較標繪圖」，可以按壓page up 或page down檢視不同效應的多重比較結果（圖四），SPD函數針對每個LSD結果提供使用者誤差線為「標準誤差」之柱狀圖參考，並於柱狀圖上方提供多重比較字母法之結；在交感效應部分，提供兩因子交感效應圖及固定某一因子分析其他因子LSD標繪圖，使用者可在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片。

六、結果與討論

裂區設計將處理因子分為主區因子與副區因子，進行ANOVA分析時主區因子的F值算式需以主區機差作為分母，副區因子的F值算式需以副區機差作為分母，但是SASEG(statistical analysis system enterprise guide)軟體產出的ANOVA報表，主區F值係以副區機差做為分母計算而來，尚需使用者自行重新計算正確的主區F值與其對應的P值；此外，主區因子主效應之LSD分析在SASEG軟體中需，使用者需特別指定使用機差為「主區機差」，否則會得到不正確的LSD分析結果。倘若使用SPD函數則不必擔心上述問題，皆自動正確帶入主區機差計算正確的ANOVA與LSD分析報表（圖三與圖四），真正實現撰寫一行SPD函數，即可正確完成裂區設計分析。

本文作者撰寫的SPD函數與先前2個函數CRD與RCBD使用上非常類似，主要差別在於SPD函數共有6個引數，處理因

```
**************************************************
ANOVA result:
**************************************************

x= 產量
block= 區集
a= 密度
b= 品種

______________________________________________

Error: block:a
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
block      2  3.630  1.8148   5.765 0.0663 .
a          2  0.519  0.2593   0.824 0.5017
Residuals  4  1.259  0.3148
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
b          2  0.963   0.481   0.419 0.6667
a:b        4 13.926   3.481   3.032 0.0608 .
Residuals 12 13.778   1.148
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

主效應與交感效應皆未達0.05顯著水準

主區機差（0.3148）

副區機差（1.148）

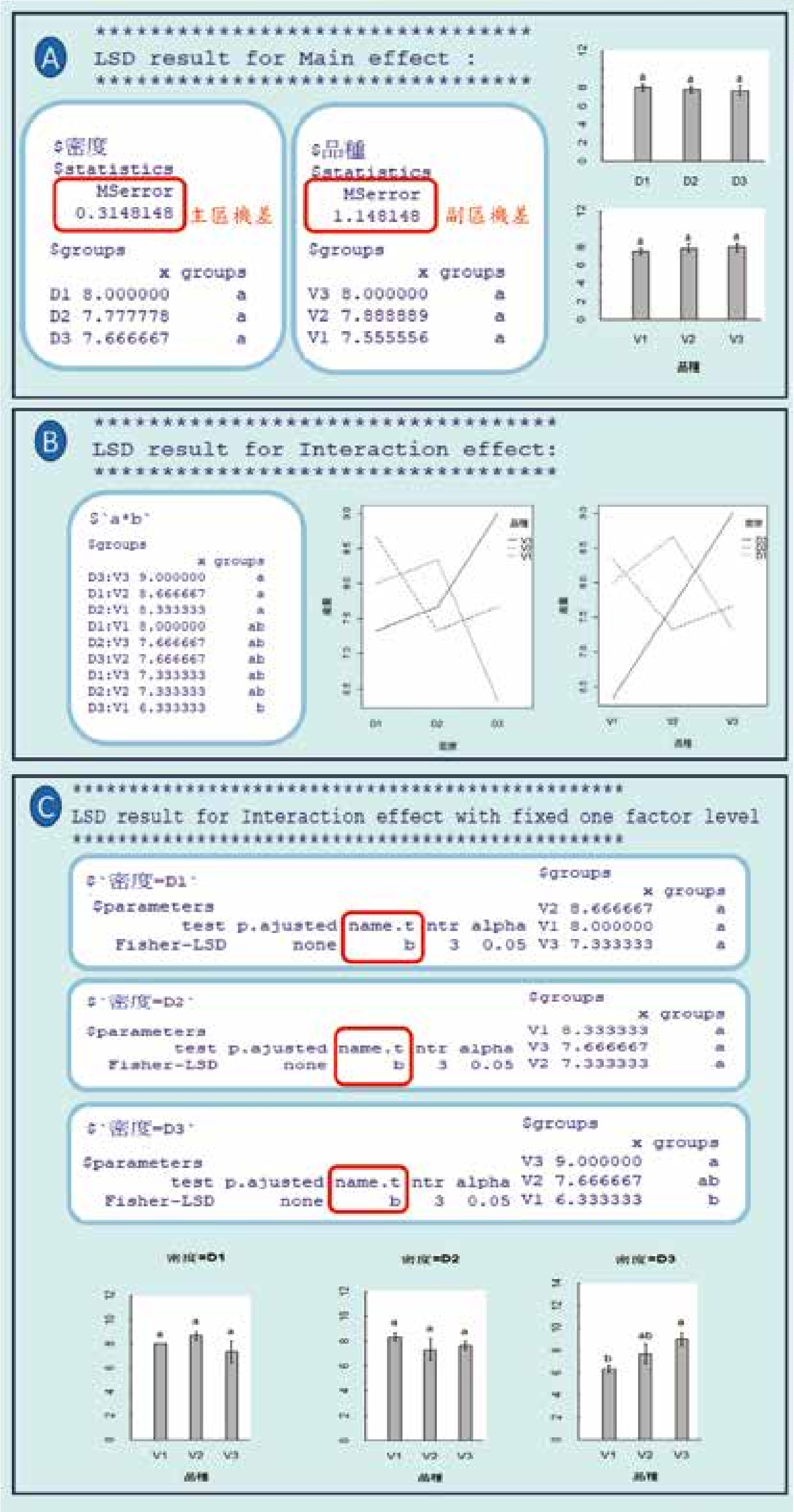
圖三、提供SPD函數範例之ANOVA結果。

子需指定何者為主區因子和副區因子，其餘引數與RCBD函數相同。除此之外，在LSD多重比較之標繪圖部分，調整為便於研究人員發表的形式，以柱狀圖加上「標準誤差」誤差線（原先為折線圖加上誤差線），並於上方標示多重比較結果之字母法符號，最後特別提醒使用者，在ANOVA分析前，資料須符合常態方布，使用SPD函數分析前，仍請確認資料是否符合常態分布，以免獲得不正確的分析結果。

七、參考文獻

楊滿霞。2022。使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 (一) 完全隨機設計。技術服務季刊。131:P32~P37。

楊滿霞。2022。使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 (二)隨機完全區集設計。技術服務季刊。132:P32~P37。



圖四、提供SPD範例之LSD結果與標繪圖。

適合農產品感官品評的「自由選擇剖面分析法」

農試所生技組 劉威廷 李雅琳

一、前言

台灣寶島盛產各式蔬菜、水果，並且品種繁多，而品種間的外觀及風味各有特色，可以迎合各式各樣的消費者偏好。以鳳梨為例，農試所嘉義分所育成的品種將近有20個，例如耳熟能詳的「金鑽鳳梨」、「蘋果鳳梨」、「釋迦鳳梨」及「芒果鳳梨」等等，這些品種的風味特徵是由育種者與農民依據感官特性（外觀、口感、風味）而給予。鳳梨的風味如此多元，若能結合感官品評中的「定量描述分析法（quantitative descriptive analysis）」，探討各種鳳梨風味何者最受消費者喜好，或許能推廣更多鳳梨品種。傳統的定量描述分析需花費大量時間及經費進行品評員訓練，有一定門檻，此外，有時因品種產季及產地不同，不容易在相同時空背景下進行評比。本文介紹感官品評自由選擇剖面分析法（free choice profiling，FCP），此方法能在有限的品評員人數且不需經嚴密訓練的情況下，完成描述分析，期望將來運用此方法可對於國內各種農產品的感官特性、風味特性有更多了解，並且有更可靠的數據提供品種選育時的參考。

二、自由選擇剖面分析法介紹

感官品評方法當中的「自由選擇剖面分析法」，屬於定量描述分析方法的一種，於1984年由英國科學家Williams與Langron創立。在傳統的定量描述分析方法中，品評員必須經過嚴密訓練，針對品評樣品的特性制訂描述語，對於各種感官特性的強弱描述、運用的語彙，是在訓練之後所有品評員達成一致共識後產生。訓練方法之一是選用合適的標準品進行，以作為品評時對某種特徵風味的強弱對照。相較於傳統的定量描述分析法，FCP並不使用統一標準的描述語，而是由參與的品評員自由選擇，使用自己認為最合適的詞語，以表達該樣品在某些風味、特性的強弱感受（表一）。執行FCP的品評員可以完全未經訓練，但仍必須達到一些要求，例如需持續使用同一組詞彙來品評不同樣品，且在品評前需對詞彙有明確的定義，品評的過程當中不可再更改

作　　者：劉威廷助理研究員
連絡電話：04-23317333

詞彙。雖然FCP不需訓練品評員，較為快速省事，但仍須確定品評員能分辨樣品之間相同以及相異處，此外所獲得的資料可能會有雜訊且不準確，更重要的是，FCP並不能完全取代傳統定量描述分析法，除非品評員經過訓練或非常有經驗，才能考慮進行轉換。縱然定量描述分析法相當重要且難以取代，但FCP有一些有趣的應用方式，是傳統方法不容易做到的。過去曾有業務員探訪全球各地的酒莊，他們與釀酒師一起品評不同的葡萄酒，可以想見每位釀酒師使用的描述語並不相同，使用的語言也不同，在FCP的架構下，仍可將這些品評結果進行統計分析，以比較世界各地不同葡萄酒的風味差異，且品評試驗有相當好的重複性。換言之，FCP可以突破地區及語言的限制。此外，產品之間的差異性越大，訓練以及經驗相對不是那麼必要，但是當差異越小時，評估方式需要更精確。雖然FCP運用未經訓練的品評員，倘若品評員對於產品的熟悉度越高，也能提升結果的準確度。

執行FCP的關鍵，是需要未經訓練的品評員自行定義詞彙，這不是一件容易的事，比較有系統性的作法，是運用凱莉方格法(repertory grid method)來引導品評員定義詞彙，首先提供2～3個待測樣品，由品評員敍述樣品間的異同處，而這些敍述就可以整理成描述語(attribute)，同時也引導品評員從眾多描述語中篩選，並給予明確定義。FCP仍存在一些缺點，例如品評員可能會創造過多且複雜的描述語、難以定義的描述語，又或者創造很多描述語，但實際品評時只運用其中的少數。因此，實際上執行FCP仍要進行充分的準備。

FCP還具有一項特色，因為每位品評員使用的描述語不同，因此並不適合將獲得的品評結果進行平均計算，必須將結果視為多區集資料(multi block data)，採用的統計方式是「泛用型普氏分析法(generalized Procrustes analysis，GPA)」，其名稱以及概念的由來與希臘神話中的角色Procrustes有關，當他的訪客身形比床還要長時，腿會被砍掉，反之，則會將他們的腿拉長，以適應床的長度。將類似的概念應用到資料分析時，藉由數據的轉換，使資料之間盡可能相似。由於能以GPA先進行資料轉換，使得品評員的訓練成為非必要。例如傳統的描述分析必須先訓練品評員針對相同樣品的某一個風味，需給出相近的分數，若有高有低，則會要求偏離的

表一、自由選擇剖面分析法與傳統描述分析之差異比較

項　目	自由選擇剖面分析法	傳統描述分析
品評員訓練	不需訓練	數週至數月
品評員人數	10～15人	4～15人
描述語	品評員各自選擇	需詳細定義並達到共識
成本	簡易快速故成本較低	持續訓練、耗時使成本較高
統計方式	泛用型普氏分析	變異數分析
優缺點	較容易執行，使用上有所限制，描述語可能過於複雜不易解釋	需考量成本，廣泛適用，發展歷史悠久，結果較穩定

品評員進行調整。FCP獲得的結果經過GPA方法數據轉換後，可以進行統計分析，亦即品評員可以自由選擇想使用的詞語，針對樣品類似的特性進行描述，甚至是慣用的分數區間不同也沒關係，都能以GPA運算後獲得共識，因此而節省大量的訓練時間。

三、FCP運用於農產品之研究案例

(一)以描述分析探討蔬果「脆」的定義

「脆」在蔬菜水果中是重要的口感指標，對消費者而言，「脆」的口感及質地代表著食材很新鮮、有益健康。在過去研究中，「脆」較常運用在乾燥的食物，尤其是餅乾、脆片等，然而在含有較多水分的蔬菜水果中，也具有類似的特性，因此Fillion等人運用FCP，比較未受過訓練的消費者以及訓練型品評員的品評結果差異，採用的蔬果包含西洋芹、小黃瓜、蘋果、紅蘿蔔、甜椒等，並以GPA進行分析比較兩類品評員間的差異，最終歸納出在描述蔬菜水果「脆」的程度時，以「清脆(crunchy)」及「酥脆(crispy)」為最關鍵的用語。兩者看似很接近，其實仍存在細微的差異，主要依據食材斷裂聲響以及「脆」的程度進行區分，「清脆」與硬質的口感結合，通常伴隨著較低沈的聲音，且持續咀嚼仍有聲音；「酥脆」則與易碎有較高關聯，通常有輕薄的特性，且聲響音調較高（表二）。也有其他研究指出「清脆」主要應用在蔬果等含較多水分的食材，而「酥脆」則應用在餅乾、脆片等水分低的食物。此外，Fillion等人還發現，訓練有素的品評小組與消費者所表達的感官感受，兩者間有很好的相關性，表示消費者對於蔬果質地的品評方式可以被運用於描述感官特性。

(二)比較毛豆品種間的感官特性差異

Flores等人運用FCP探討3個毛豆品種(Giant Midori、ButterBean及

表二、描述語「清脆」與「酥脆」的差別與運用方式

項 目	清脆	酥脆
聲 響	低沈、持續	音高、響亮
口 感	硬質	易碎
運 用	蔬果等含較多水分的食材	餅乾、脆片等水分低的食物

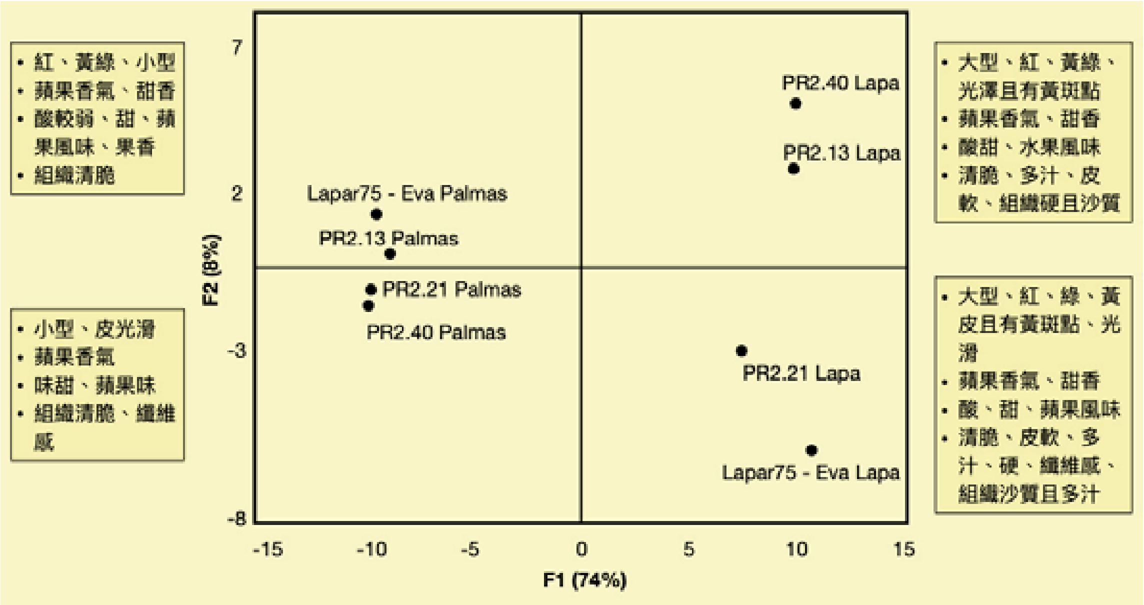
表三、運用於3種毛豆品種之外觀、風味與質地的描述詞彙

項 目	描述詞彙	品種間比較
外 觀	第一因子：綠色的(green)、有絨毛的(fuzzy)、小的(small)	所有品種皆可歸類至同一群因子
風 味	第一因子：甜的(sweet)、新鮮的(fresh）、強烈的 (strong) 第二因子：泥土味(earthy)、無滋味的(bland)、青草味(grass)	Kuroshinja與Giant Midori可歸類至第一因子；ButterBean與第二因子相關性較高
質 地	第一因子：清脆的(crunchy)、濕潤(wetness)、紮實(firmness) 第二因子：滑順的(smooth)、可擠壓的(squishy)、滑溜的(slippery)、紮實的（firm)、耐咀嚼的（chewy) 第三因子：柔軟的(soft)、黏稠的(stringy)、粉質的(mealy)、有絨毛的(fuzzy)、乾的(dry)、有彈性的(bumpy)、堅硬的(hard)	Giant Midori與第一因子高度相關；Kuroshinja和ButterBean與其他因子相關性較高

Kuroshinja)在感官特性及儀器分析方面的差異。消費者型品評員（未受過訓練）共有74位，針對毛豆樣品的感官特性進行評分，以「11分量表」調查整體喜好以及購買該品種的意願。此外，亦運用質地分析儀、色度計和高效液相層析儀（分析胺基酸、糖類和異黃酮），比較3個毛豆品種之間的差異。研究結果顯示，消費者確實能分辨毛豆品種之間的差異，其中ButterBean及Kuroshinja喜好程度較低，而大多數品評員喜好Giant Midori。風味是影響整體喜好的最主要原因，而喜好程度也直接關聯購買意願。Giant Midori含有較多的游離糖及較少的游離胺基酸，且質地較硬，總異黃酮含量也高於另外2個品種。在FCP方面，其中一部分品評員被再次招募，針對毛豆的外觀、風味及質地特性給予描述詞彙（表三），基於這些詞彙的變化，揭露了品種之間確實存在獨特性，有助於了解喜好程度上的差異。

(三)描述分析於蘋果選種的運用

育種家面臨的挑戰，是如何在兼顧良好的環境適應性、抗病蟲害以及高產，同時還能擁有優良的風味品質。一個良好的蘋果新品種對於氣候應有良好適應性、產量高，同時兼顧其他質地特性，例如色澤、重量、大小、硬度等。Carvalho等人將FCP運用在蘋果育種上，品評員可以挑選合適描述樣品的詞語並評分，之後運用GPA進行數據轉換與分析，使其更準確且能互相比較，整合所有品評員對蘋果外觀、風味、口感等方面的品評數據後，再以主成分分析法(principal component analysis，PCA) 找出風味與品種的相關性。如此一來，在針



圖一、依據感官描述語統計的結果，以主成分分析(PCA)圖呈現2個產地蘋果品系間的相關/差異性（編譯繪製自Carvalho et al. 2020）。

對感官相關性狀進行選拔時，不再只有育種者的主觀認定，有了消費型品評員參與，並產出科學化的分析結果，進而得到更可靠的選種依據。此研究中，從巴西的2個產地（Palmas及Lapa）挑選了14個選拔品系，經過感官品評以及質地分析後，共有6個品系獲選可育成新品種。此外，PCA結果（圖一）也顯示品評員能夠區分出2個產地的蘋果，使得來自不同產地的相同品系分別座落在圖表的左右兩區，此外，Lapa所種植的蘋果果型較大、酸味較明顯，Palmas生產的蘋果則果型較小，甜味比較突出。除了作為選種依據，此研究方法提供農產品產地特色差異性的科學性證明，或可運用於品種命名與行銷。

四、結語

FCP的運用方式並不限於感官品評，其他需要被各種詞彙進行描述的事物，也能運用FCP進行特性差異的評估，例如比較來自不同地區品評員間的差異，以及動物行為評估。實際上，目前FCP在感官品評或消費研究方面，仍屬於較新興的品評方法，尤其針對生鮮農產品的運用更少，主要可能歸因於品評員自由產生的詞彙常難以解釋、過多或太複雜。綜合評估下，FCP雖然在數據取得以及分析方面不如傳統品評方法紮實，然而，結合GPA方法的數據轉換，仍使FCP的數據得以標準化，並進行統計分析，進而產生有應用價值的結果。此外，FCP能夠突破時間、地理上的限制，能解決生鮮農產品因不同產期、產地而不容易同時取得加以比較的難題，進一步說，FCP是一種適合生鮮農產品感官品評的描述分析法。

五、參考文獻

Punter, P. H. (2017). Free Choice Profiling. Descriptive Analysis in Sensory Evaluation, 493–511.

Fillion, L., & Kilcast, D. (2002). Consumer perception of crispness and crunchiness in fruits and vegetables. Food Quality and Preference, 13(1), 23–29.

Flores, D., Giovanni, M., Kirk, L., & Liles, G. (2019). Capturing and Explaining Sensory Differences among Organically Grown Vegetable-Soybean Varieties Grown in Northern California. Journal of Food Science, 84(3), 613–622.

Carvalho, M. A., Kitzberger, C. S. G., de Souza Sartori, A. V., de Toledo Benassi, M., dos Santos Scholz, M. B., & da Silva, C. M. (2020). Free choice profiling sensory analysis and principal component analysis as tools to support an apple breeding program. AIMS Agriculture and Food, 5(4), 769–784.

林怡均（2020）。歷經86年努力，培育鳳梨國家隊18強！鳳梨專家官青杉，揭開台灣鳳梨好吃秘密。上下游新聞。

劉伯康，莊朝琪（2020）。食品感官品評-理論與實務（第三版）。新文京出版社。

International Year of Millets, IYM
帶小米回部落 -傳統品系田間觀摩推廣行動

農試所種原組 黃群哲 陳 述

本所112年4月25日新聞稿

行政院農業委員會農業試驗所於112年4月25日辦理「帶小米回部落-傳統品系田間觀摩推廣行動」，說明作物種原庫保存了曾經在台灣幾乎要流失的小米種原、小米種子分贈相關服務及小米在地保種成果，並於該所試驗田區展示100種台灣的小米品種系(圖一、二、三)。現場更邀請許多原住民部落的長老蒞臨，透過部落耆老們的共同記憶，大家一同在田裡辨認哪些是自己部落以前種植的小米品種，回憶多年以前小米收成的感動時光。

結合2023國際小米年 展示100種台灣本土小米種原

農試所說明，小米可在乾旱的土地上以最少的成本投入生產，是各國因應氣候變遷提高糧食自給率和減少依賴進口穀物的理想解決方案，也因此聯合國農糧組織FAO（Food and Agriculture Organization) 宣布2023年為「國際小米年 (International Year of Millets, IYM)」，主要目標為提升對小米營養和健康的重視，並引導政策關注小米，呼籲各國重視小米是因應氣候變遷衝擊的潛力糧食作物。

該所特地將所收集的100種代表台灣的小米種原種植於田間進行展示，這些品種(系)大部分源自於原住民部落，包含泰雅、布農、魯凱、排灣及達悟族等的地方品種。

原住民部落在地保種 小米回家復興傳統文化

小米為原住民族的傳統作物之一，有重要的文化意涵，但隨著時代變遷，曾幾何時小米品種在原住民部落幾乎流失，後蒙台灣大學郭華仁教授於2011年自美國國家種原庫引回美國學者Wayne Hazen Fogg博士1977年在台灣收集的小米種原100個品系，使流失的傳統小米品系得以失而復回。該所表示，當時國家作物種原庫收到的種原每個品系僅有100粒種子，立即進行種原繁殖，並將部分種原儲存於低溫、低濕及防震的庫房中，以延長種子的壽命；另一方面，該所推廣原住民部落進行小米在地保種的工作，小米重回部落後，除了食物回來了，帶動語言、文化、傳統也陸續被找回來了，所掀起的漣漪令人感動。

作　　者：黃群哲助理研究員
連絡電話：04-23317808

圖一、農試所副所長蔡致榮說明農試所作物種原庫進行小米保種的理念和成果。

圖二、農試所副所長蔡致榮(中)將小米分贈給原住民族代表進行小米種原在地保種工作。

圖三、農試所作物種原庫將保存的100種小米種植於田間展示，期透過此次活動有更多原民部落向種原庫申請小米種植。

農試所副所長蔡致榮表示，小米回部落後，有的人進行原民傳統的混作栽培、有的人投入食農教育、也有人致力於找回族語及傳統文化等等，一份種原最珍貴之處是它能被人們利用，小米從美國引回來，公部門進行永續保存，原民部落利用小米種原創造價值的故事就是最好的案例，也歡迎有更多的原住民部落向農試所申請小米種原帶回部落種植，讓不同品系的小米在台灣土地上繼續繁衍生息。蔡致榮強調，在地保種工作能使小米與環境共同演化，發展出適應各地環境氣候的品系。種原庫的功能是將作物種子做最適當的保存，而農民保種可以說是「藏種於農」，讓作物在氣候變遷中，篩選出適合當地種植環境的品系，其與作物種原庫的重要性相輔相成。

給您活力滿滿每一天～全豆天貝與植物雞精

農試所生技組 劉威廷 夏奇鋸　農試所農化組 吳宗諺 劉滄棽

本所112年5月9日新聞稿

近年來因重視環境永續，植物性飲食崛起。行政院農業委員會農業試驗所以大豆和菇類為材料，開發3項提供全天營養來源的相關產品，包括富含蛋白質、膳食纖維的全豆天貝，以及2項具互補特色的植物雞精，分別為含高量游離支鏈胺基酸的大豆植物雞精，以及含GABA、酪胺酸、麥角硫因、水溶性多醣等機能成分的滴菇精，可提供消費者健康新選擇。

圖一、全豆天貝飽足又營養。

全豆天貝～飽足又營養

天貝為源自印尼的大豆發酵食物，近年來已逐漸國際化。傳統天貝是由煮熟大豆脫皮後發酵而成，表面包覆白色菌絲，有淡淡堅果及菇類香氣，是健康且營養的食材。農試所說明，為保有全營養及提升風味，該所運用國產大豆開發不需去皮的發酵技術，不僅省工減廢，還保留種皮營養，相較傳統天貝，能增加60%膳食纖維。此外，該技術也可降低發酵氣味，使天貝更美味(圖一)。

大豆植物雞精～讓您精神好

雞精為受歡迎的營養補品，根據研究，雞精當中的支鏈胺基酸有減緩疲勞的作用；衛福部核可的健康食品中，宣

作　　者：吳宗諺助理研究員
　　　　　劉威廷助理研究員
連絡電話：04-23317469
　　　　　04-23317333

稱抗疲勞的雞精也以支鏈胺基酸作為功效性成分。該所說明，市面上有各種素食雞精，但少有以大豆為原料開發的產品。因此，農試所再次選用國產大豆，精進發酵後熟技術，開發出大豆植物雞精，其色澤金黃、帶有天然鮮味及香菇雞湯風味。相較一般素雞精，該技術轉換大豆蛋白質，大幅提升游離支鏈胺基酸達5倍，比傳統雞精的含量更優(圖二)。

滴菇精～保留菇類全營養

農試所進一步說明，基於植物性飲食需求擴增，菇類素材的產品開發具有市場潛力。滴菇精生產是利用高壓水解技術，萃取天然菇類營養成分，萃取率可達20%，針對菇類胺基酸特性、適口性，找出最佳配方組成。相較一般市售雞精、素雞精等相關產品，滴菇精含多種游離胺基酸、水溶性多醣、麥角硫因等機能性成分，更符合全方位營養需求的消費趨勢(圖三)。

該所表示，已有3家業者技轉大豆植物雞精，另2項技術也可進行非專屬授權，歡迎業者洽詢。此3項技術中，有全豆天貝可作為正餐，大豆植物雞精能讓您精神好，而滴菇精提供多樣化的營養機能成分，全天候提供您營養與守護您健康！

圖二、大豆植物雞精～讓您精神好。

圖三、滴菇精～保留菇類全營養。

作物害蟲天敵－基徵草蛉量產技術大躍進

本所112年5月22日新聞稿

農試所應動組 許北辰 石憲宗

繼優化既有的草蛉幼蟲飼料－微膠囊人工卵生產技術之後，行政院農業委員會農業試驗所近期又成功地開發微膠囊抗菌飼料及草蛉卵安全運送2項技術，此3項技術三管齊下，能有效強化草蛉量產技術並提升田間的應用性，在露天環境下及溫網室設施中，每分地釋放約1,000隻基徵草蛉的幼蟲，並妥善搭配如植物油混方等環境友善防治資材，使害蟲防治率可達90%以上，有效壓制害蟲對作物的危害。運用天敵昆蟲並結合天然的防治資材，可提供環境友善栽培體系更安全有效的害蟲防治方案，增加農產品的品質與產量，使農民獲取更多的收益。

開發基徵草蛉的飼養與運送新技術

農試所指出，草蛉為作物多種小型害蟲的重要天敵，全球已知草蛉種類超過1,400種，其中基徵草蛉為國內最具應用潛力的種類，其幼蟲對粉蝨、介殼蟲及蚜蟲等體型小的害蟲與蟎類，都具有強大的捕食能力。一隻草蛉幼蟲每天能獵食近百隻銀葉粉蝨若蟲或蚜蟲，整個幼蟲期可獵食近千隻獵物，是防治小型害蟲與蟎類的最佳利器。

傳統上飼養捕食性昆蟲需要持續供應活餌，通常耗費雙倍以上的人力、時間和飼養空間，為量產天敵過程中主要的瓶頸，農試所利用微膠囊人工卵技術將草蛉幼蟲吃的特殊營養成分，以特殊結構包裹於人工卵飼料之中，方便草蛉取食(圖一)。近年來，在微膠囊人工飼料中加入特殊的安全抗菌資材配方，成功開發微膠囊抗菌飼料，不僅能夠減少環境微生物的汙染，延長兩倍飼料的保鮮期，還能提高草蛉的生產及繁殖效率，

圖一、基徵草蛉幼蟲正在食用農試所研發的草蛉微膠囊人工飼料（圖中白色小球體），直徑約0.5公釐大小的飼料卻擁有足夠養分供應草蛉幼蟲成長所需，並可抵抗環境微生物汙染，大幅提高草蛉的生產與繁殖效率。

作　者：許北辰助理研究員
連絡電話：04-23317622

成為草蛉量產技術的一大突破；此外，為了妥善保護草蛉卵粒，並延長卵的保存期限，農試所成功開發草蛉卵的安全運送技術，大幅提升防治設施害蟲的操作便利性。

田間應用基徵草蛉防治害蟲實例

草蛉科的昆蟲不只在國外有許多應用例子，台灣的露天環境下與溫網室設施中也有成功應用基徵草蛉的實例，以露天環境為例，在受蚜蟲或粉蝨危害的蔬菜田中(如茄科、瓜類等作物)，每分地釋放約1,000隻基徵草蛉的幼蟲(圖二)，並妥善搭配如植物油混方等環境友善防治資材，即可有效降低害蟲危害；而在受到二點葉蟎危害的木瓜網室中，每棵釋放約10隻基徵草蛉的幼蟲，害蟲防治率5天後可達90%以上，有效壓制害蟲數量(圖三)。若農友田區受到更嚴重的蟲害侵擾，則施放昆蟲天敵時，搭配其他防治資材的使用，可達到最佳的防治效果。

提供環境友善栽培體系更安全有效的害蟲防治方案

農試所進一步說明，草蛉不僅適用於管理露天及溫網室蔬菜(如茄科、瓜類等作物)的害蟲，由於環保意識抬頭，近年來漸漸地被居家種植香草盆栽或花卉的民眾所採用，顯見以草蛉作為害蟲防治的方式已廣受大眾接受。這種「以蟲治蟲」的概念，不僅可減少施用化學農藥，更有利於發展居家盆栽的昆蟲天敵商品。有鑑於草蛉在害蟲防治上扮演越來越重要的角色，該所研發省工的量產及運送技術，並結合對環境及昆蟲天敵友善的防治資材使用，將可提供更多元、安全、且有效的害蟲防治方案，進一步保障農民的收成和消費者的健康。

圖二、草蛉卵片可運用於防治設施害蟲（白色紙張上綠色粒狀物為草蛉的卵粒），使用時只需將草蛉卵片吊掛在植物的葉面或枝條上，草蛉幼蟲孵化後即可開始捕食害蟲，是現代農業重要的蟲害防治策略之一。

圖三、施放於植物葉片上的基徵草蛉幼蟲正在補食蚜蟲，並吸乾蚜蟲的體液。

香菇對抗氣候變遷之利器 水簾立體化栽培技術

本所112年5月31日新聞稿

農試所植病組 呂昀陞 蔡志濃

台灣香菇產業年產值超過50億元，近年來香菇產業遭遇許多困境，包含菌種弱化、木屑短缺及氣候暖化導致產量與品質下降等問題，使得香菇產業面臨極大挑戰。行政院農業委員會農業試驗所為解決香菇產業問題，不僅透過技術轉移方式協助新社區農會與7家農會設立國內第一家香菇菌種公司-蕈源生技股份有限公司，並建立水簾設施香菇栽培技術，藉以克服氣候暖化對香菇產量之影響，更透過立體化生產方式，大幅提升香菇單位面積之栽培量，進而提升香菇業者之收益。

傳統香菇設施無法因應極端氣候帶來的挑戰

農試所表示，近年由於氣候變遷導致極端氣候事件例如高溫、極端低溫及乾旱等屢屢發生，進而嚴重影響香菇之產量與品質，傳統香菇栽培業者受限於既有設施，無法面對現今多變的氣候挑戰。優良的環境因子是菇類生產之根本，香菇菌絲生長最適溫度在22~28℃，出菇最適溫度在15~22℃、相對濕度在85~90%，早年台灣中部地區，如台中新社與南投埔里、魚池等地，擁有良好之氣候條件，因此僅需使用簡單的傳統設施，即可生產優質的香菇，但近年氣候的變遷，導致香菇在夏秋養菌時期之最高溫度常突破30℃，而在冬季出菇時期常會遇到10℃以下之極端低溫，且低溫常導致極低之相對濕度，使得香菇無法順利生長與出菇，造成產量下降之情形。

水簾立體化栽培可維持香菇最佳生長條件

農試所多年前即著手研究利用水簾設施改進香菇栽培的技術，並於108年底舉辦技術觀摩會，新社區青農聯誼會會長劉啟葦有感此技術能改善香菇之生長條件並提升產量，與該所合作，由該所提供相關技術協助，並委託皆展有限公司施作，於111年底完成台灣第一座「香菇強固型水簾溫室」，透過溫室材質與水簾設備，可達到夏涼冬暖的條件，夏季不超過28℃、冬季不低於15℃，且相對濕度控制在80~90%之環境，使香菇能周年生產，香菇太空包之良率也因此提升至95%，產量也較傳統設施提升25~30%；透過層架立體化方式養菌，使單位面積養菌量提升6倍，再利用養菌區與出菇區分流配置，使出菇區空間利用率提升4倍，可讓單位面積栽培量增加約10倍。氣候變遷已是目前香菇產業不得不面對之課題，而該所開發之水簾立體化栽培技術將可協助香菇提升對環境之韌性，並進一步開創香菇產業的新紀元。

作　　者：呂昀陞助理研究員
連絡電話：04-23317533

小心 一頁式廣告詐騙

一頁式廣告詐騙特徵：

- 售價明顯超低
- 強調貨到付款
- 7天內可退費
- 限時限量促銷
- 無公司地址、電話

千萬不要急著下訂！！

行政院消費者保護處 廣告

9 771017 086004

技術服務季刊
學術典藏

GPN：2007900008
定價：NT$50